
東電福島第一原子力発電所事故に係る食品への
放射性セシウムの移行パラメータ
～量研-放医研における研究のとりまとめ～

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

東電福島第一原子力発電所事故に係る食品への放射性セシウムの移行パラメータ
～量研-放医研における研究のとりまとめ～

A Summary of Environmental Transfer Parameter Data of
Radiocaesium for Foods: Obtained and Collated by QST-NIRS after the
TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident

発行年月 2023 年 2 月

編集発行 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

連絡先 〒263-8555

千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1

量子生命・医学部門 放射線医学研究所

TEL : 043-206-3256 Fax : 043-206-3267

Email : tagami.keiko@qst.go.jp

URL : <http://www.qst.go.jp/>

©2023 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

Printed in Japan

QST-R-27

巻頭言

東京電力福島第一原子力発電所の事故から12年が経過しようとしている。事故発生当初、当時の放射線医学総合研究所や日本原子力研究開発機構を始め、多くの公的研究機関や大学の研究者らが環境中に放出された放射性物質の分布状況や動態の解明に取り組み、その活動の一部は、人および環境の放射線防護の観点から、環境放射能研究として現在も継続的に行われている。放射線医学総合研究所では、それまでの生活圏における放射性核種挙動研究の経験を活かし、放射性物質の環境中への放出から人や環境の被ばく線量評価につなげるための環境移行パラメータに着目して、そのデータ収集を着実にやってきた。2016年には放射線医学総合研究所と日本原子力研究開発機構の一部が統合され、量子科学技術研究開発機構（量研）として再出発したが、その後も引き続きデータを蓄積しており、これらの成果が2020年に発行されたIAEAのTecdoc No. 1927に掲載されていることは、大きな成果の一つであろう。

今回、量研の量子生命・医学部門放射線医学研究所では、第1期中長期計画の終了に併せて、これまでの一連の環境移行パラメータに関するデータを整理し、成果をとりまとめたパラメータ集を刊行することとした。生活環境中の放射性物質が人や環境に被ばく影響を与えるまでの移行プロセスは多様であるが、長期間にわたる地道な研究の継続により環境移行パラメータが明らかになってきたことは、環境放射能研究の大きな進展につながると考えている。被ばく線量評価モデリングをはじめとする関連研究に役立てられることを期待したい。

2023年1月

国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構
理事 茅野政道

概要

東京電力福島第一原発の事故では、食品の放射能汚染が社会に強いインパクトを与えた。それに対し量子科学技術研究開発機構-放射線医学研究所では、事故以前から環境動態研究を実施してきた経験から、様々な場面で被ばく線量低減のための対応・支援を行いつつ、環境移行データを蓄積し、その成果を論文等で公表してきた。この事故から得られた教訓は多く、我が国の生活環境を考慮した線量評価を適切に行うため、数学モデルに使う環境移行パラメータのデータセットを用意しておく必要性が認識された。この経験を今後にかつ観点から、我々の研究グループが取得した環境移行パラメータ値やそれに与える影響要因について、一冊の報告書にとりまとめた。下記には、本報告書に記載している主な放射性セシウム（Cs）関連のパラメータを示す。

- 降下物によって汚染された作物の濃度を推定するために必要な質量あたりの遮断係数 (f_B),
- 植物に遮断された放射性物質が風雨や植物体の成長に伴って濃度が減少するウェザリング半減期 (T_w),
- 放射性 Cs に顕著な現象である植物の汚染部位から他の非汚染部位への転流する割合 (f_{tr}),
- 土壌-土壌溶液間分配係数及び淡水および海水等の水圏における堆積物-水間分配係数 (K_d)
- 土壌から作物可食部への移行割合 (F_v)
- 飼料から畜産製品への移行割合 (F_m for milk and F_r for meat)
- 狩猟動物や野生キノコおよび野生の山菜についての面移行係数 (T_{ag})
- 水-水産物濃縮係数 (Water-biota concentration ratio, CR)

特に自然環境下での動植物への移行については、我が国の自然環境を反映したデータであることに加え、欧米にはない山菜を食べる習慣も考慮されている点で貴重なデータである。

田上恵子 ^{a, b, c}, 石井伸昌 ^{a, c}, 内田滋夫 ^{b, c}

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
量子生命・医学部門 放射線医学研究所

^a 福島再生支援研究部 環境移行パラメータ研究グループ

^b 放射線影響研究部 生活圏核種移行研究グループ

^c 旧 廃棄物技術開発事業推進チーム

Summary

The accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (FDNPS) of Tokyo Electric Power Company provided us a great impact on Japanese society due to the radioactive contamination in food products. Because the National Institute of Radiological Sciences (NIRS) of the National Institutes of Quantum Science and Technology has experienced lots of studies on environmental transfer of radionuclides before the accident, in response to this FDNPS accident, we studied and collate environmental transfer data for released radionuclides in the environment while responding to and supporting the reduction of radiation doses in various situations. Many lessons have been learned from this accident, and we recognized the needs to prepare an environmental transfer parameter data set to be used in mathematical models for the assessment of radiation doses for human and biota considering the unique environment in Japan. In order to share this experience in the future, the values of the environmental transfer parameters obtained by our research group and the factors affecting them are summarized in this report. The following are the main parameters of radiocaesium included in this report.

- The mass interception factor (f_B) to estimate the concentration of crops contaminated by fallout,
- The weathering half-life (T_w) to estimate the time period for half of the concentration of radionuclide directly attached on plants decreases with wind, rain, and plant growth,
- The rate of translocation from contaminated plant tissue to other non-contaminated tissue (f_{tr}),
- Soil-soil solution partition coefficient and sediment-water partition coefficient in the hydrosphere such as fresh water and seawater (K_d)
- The root uptake from soil to edible parts of crops (F_v)
- The transfer to farm animals (F_m for milk and F_f for meat)
- The aggregated transfer factor (T_{ag}) for game animals, wild mushrooms and edible wild plants
- Water-biota concentration ratio (CR)

The data on the transfer to animals and plants in natural environments are particularly valuable because they reflect the natural environment in Japan and also take into account the custom of eating wild plants, *sansai*, which is not the case in Europe and the United States.

Keiko Tagami^{a, b, c}, Nobuyoshi Ishii^{a, c}, and Shigeo Uchida^{b, c}

*National Institutes for Quantum Science and Technology, Quantum Life and Medical Science Directorate,
National Institute of Radiological Sciences*

^a Environmental Transfer Parameter Research Group, ^b Research Group for Radionuclide Transfer in Biosphere,

^c Biospheric Assessment for Waste Disposal Team (~2020)

目次

巻頭言（案）	i
1 はじめに	1
2 植物による遮断係数（Mass interception coefficient, f_B ）	5
3 ウェザリング半減期（Weathering half-life, T_w ）	7
4 転流係数（Translocation factor, f_{tr} ）	11
5 土壌-土壌溶液間分配係数（Soil-soil solution distribution coefficient, K_d ）	15
6 放射性 Cs の実効半減期（Effective half-life, T_{eff} ）	19
6.1 海産生物	21
6.2 淡水生物	23
6.3 樹木および草本植物	25
6.4 狩猟生物	27
7 土壌-農作物移行係数（Soil-to-crop transfer factor, F_v ）	31
8 家畜への移行（Transfer to farm animal products, F_f and F_m ）	35
9 面移行係数（Aggregated transfer factor, T_{ag} ）	37
9.1 狩猟動物	38
9.2 山菜	40
9.3 野生キノコ	42
10 堆積物-水間分配係数（Sediment-water distribution coefficient, K_d ）	45
10.1 淡水環境	46
10.2 海水環境	47
11 水-水生生物濃縮係数（Water-aquatic biota concentration ratio, CR）	49
11.1 淡水-水生生物濃縮係数（Concentration ratio from freshwater to biota, CR）	51
11.2 海水-水生生物濃縮係数（Concentration ratio from seawater to biota, CR）	53
12 調理加工（Food processing）	55
13 まとめと今後の課題	57
記号リスト	59
引用文献	61
Supplemental Material	67
Table S1 Mass interception coefficient of radioiodine and radiocaesium for vegetables observed after the Fukushima Daiichi nuclear power station accident	67
Table S2 Biological half-life for aquatic biota observed in Japan (under laboratory conditions)	69
Table S3 Soil to crop transfer factor of radiocaesium	85
Table S4 Concentration ratio (CR, L/kg fresh mass) of radiocaesium in freshwater fish (whole)	101
Table S5 Concentration ratio (CR, L/kg fresh mass) of radiocaesium in marine fish (whole)	121
Table S6 Radioactivity concentration data for food processing obtained by the Biospheric Assessment for Waste Disposal Team, QST-NIRS, Chiba	127

1 はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下、福島第一原発事故）が2011年3月11日に発生した際、環境中に放射性物質が放出されたことによる食品の放射能汚染が、社会に強いインパクトを与えた。事故以前から、量子科学技術研究開発機構量子生命・医学研究部門放射線医学研究所（旧放射線医学総合研究所、以下、量研-放医研）では、人への被ばく線量評価に資するため、様々な環境移行パラメータ値を報告してきた。これらの成果の詳細は示さないが、グローバルフォールアウトによる被ばく影響評価、自然放射線による被ばく線量評価、原子力の平和利用に伴い排出される放射性廃棄物由来の放射性核種の環境安全評価等、さまざまな場面でデータが用いられている。我々はこれまでの経験を活かし、事故後においては、放射性セシウムを中心としたデータ収集を行ってきた。

環境移行パラメータ値はコンパートメントモデルで用いられる環境の構成物質間の核種の動きを数値化したものであり、人および環境生物の被ばく評価にも用いられている。IAEAからも環境中での動きが平衡時の環境移行パラメータ集、IAEA TRS-422（2004）、TRS-472（2010）やTRS-479（2014）を出版し、これらのデータは我が国の安全評価にも使われている。主なパラメータをFigure 1に示す。

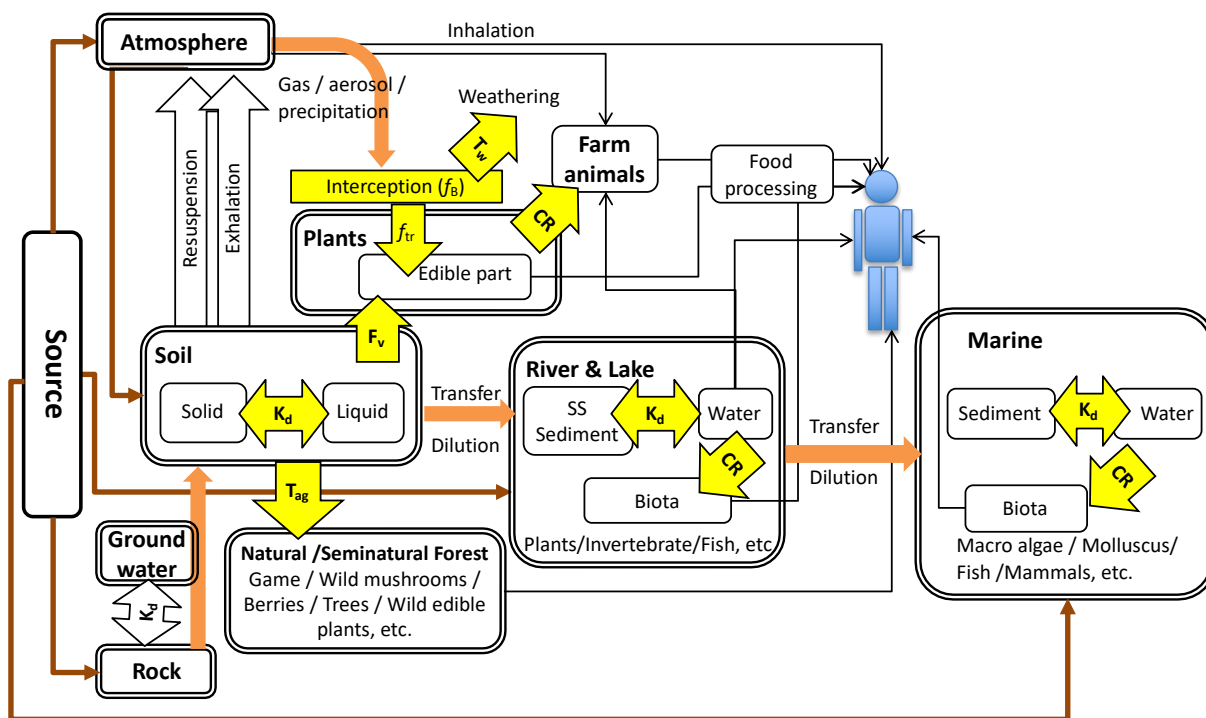


Figure 1. Transfer parameters of radionuclides in the environment.

福島第一原発事故直後の2011年3月15日から約1ヶ月の間、我々は当時の放医研（現量研・千葉地区）において降下物試料を採取し、ヨウ素-131 (^{131}I)、テルル-132 (^{132}Te)、放射性セシウム (^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{137}Cs が含まれ、核種単体もしくは $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ を表す。以下、放射性Csと表す)等の原発事故由来の放射性核種が、単位面積あたりにどの程度降下してきたのかについて、ゲルマニウム (Ge) 半導体検出装置で測定し、放射能濃度や放射能比の時間的変動についてデータを得た (Ishii et al., 2013a)。このようなデータを元に、千葉地区内において木本植物、草本植物の葉の測定も開始し、植物の放射性Cs濃度の種類間の比較検討を行った結果、種類によって濃度の程度に違いが出ることを報告した (Tagami et al., 2012a)。また、環境測定のみならず、緊急時における人の被ばくの観点から、飲食することによる内部被ばくに着目し、飲水中の ^{131}I の除去や煮沸時の挙動研究 (Tagami and Uchida, 2011a)、そして食材の調理加工による放射性Csの除去について検討を行った (Tagami et al., 2012b; 田上, 内田, 2012a, b, c; Tagami and Uchida, 2013a; Tagami and Uchida, 2016a; Uchida and Tagami, 2013)。その後、食品として利用可能な植物のモニタリングの継続、また文献調査等により、環境移行パラメータを導出し、Figure.1において黄色で示したパラメータについて、データを公表してきた。パラメータ導出に際しては、上述した我々の調査・研究で得られた情報の他に、特に厚生労働省の食品中の放射性物質の検査データ (<http://www.radioactivity-db.info/>) を良く利用してきた。そのデータの解析結果から、放射性Cs濃度を調整できない野生の動植物 (ジビエ、淡水魚、山菜、野生キノコ) については、食品としてのモニタリングのさらなる継続の必要性を報告している (田上, 内田, 2022)。

本報告では環境移行パラメータについて、我々の研究グループが収集した主に放射性Csのデータを取りまとめた。すなわち、

- 降下物によって汚染された作物の濃度を推定するために必要な質量あたりの遮断係数 (Mass interception coefficient, f_B),
- 植物に遮断された放射性物質が風雨や植物体の成長に伴って濃度が減少する速さを示すウェザリング半減期 (Weathering half-life, T_w),
- 放射性Csに顕著な現象である植物の汚染部位から他の非汚染部位へ転流する割合 (Translocation factor, f_{tr}),
- 土壌中における動きやすさを表す土壌-土壌溶液間分配係数 (Soil-soil solution distribution coefficient, K_d),
- 土壌から作物可食部への移行割合 (Soil-crop transfer factor, TF または F_v)
- 飼料から畜産製品への移行割合 (Feed transfer coefficient, F_m for milk and F_f for meat)

について求めた。また、農耕地土壌のように土壌中濃度が鉛直方向に一定ではない自然環境下での動植物への移行については、特に今後の食品モニタリングでの重要性も加味して、

- 狩猟動物や野生キノコおよび野生の山菜についての面移行係数 (Aggregated transfer factor,

T_{ag})

を報告した。さらに、これらのパラメータに加えて、淡水および海水等の水圏における挙動については、

- 堆積物-水間分配係数 (Sediment-water distribution coefficient, K_d)
- 水-水産物濃縮係数 (Water-biota concentration ratio, CR)

も報告した。これらのパラメータ値が主に事故後の初期から中期に得られており、平衡時のように一定の値を示さないことを考慮し、平衡に達するまでの実効半減期 (T_{eff}) についても、いくつか議論を加えている。これらのデータの多くは福島第一原発事故が発生してから 10 年目に IAEA から Tecdoc No. 1927 として出版された報告書 (IAEA, 2020) に記載されている。また、この報告書には日本の多くの研究者のパラメータ値も収録されているので、参照していただきたい。

2 植物による遮断係数 (Mass interception coefficient, f_B)

大気中に放射性物質が放出された後、徐々に地表に降下してくる。農作物の場合、この降下物による直接沈着が高い濃度の汚染につながる（内田ら 2011, 田上 2012）。Figure 2 に示すように、ある放射性物質の面積あたりの降下量 (Bq/m^2) に対し、農作物がその放射性物質をどの程度保持するのかについて、実際に作物を食べる観点から濃度 (Bq/kg fresh mass) に換算することは有用である（以下、fresh mass を FM で示す）。

放射性物質の面積あたりの降下量 (Bq/m^2) に対し、農作物がその放射性物質をどの程度保持する (Bq/kg FM) のか、を表すパラメータとして、(1)式に示す重量あたりの遮断係数 (f_B , m^2/kg FM) が用いられる。

$$f_B = A_0 / A_{\text{total}} \quad (1)$$

ここで、 A_0 は降下物を受けたときの作物可食部中の初期の放射性核種濃度 (Bq/kg FM) であり、 A_{total} は単位面積あたりに降下した放射性核種の総量 (Bq/m^2) である。放射性物質の降下量を原子力災害後に速やかにモデル推定することができれば、このパラメータを用いて作物中の濃度レベルも推定することができるようになる。そこで、重量あたりの遮断係数 (f_B) を、公開データと我々の実測データを用いて算出した。

露地栽培の野菜類について、 ^{131}I と放射性 Cs の結果 (Tagami and Uchida, 2021) をとりまとめて Table 1 に示す。また、個別データを Table S1 に収録した。これらのデータの導出法については上述の引用文献を参照していただきたい。葉菜類のデータは対数正規分布に近似していたことから、代表値は幾何平均値 (Geometric mean, GM) を用いる方が良いと考えられる。葉菜類の f_B について ^{131}I と放射性 Cs の結果を対数値に変換して不等分散である対応のないデータでの t 検定を Kaleida Graph ver. 5 により行なったところ、 ^{131}I の方が有意に低かった ($p=0.013$)。複数件のデータがあるホウレンソウ (Spinach) も同様であった。したがって、 ^{131}I の方が放射性 Cs よりも植物に保持されなかったといえる。これには元素の化学形の違いが影響していると考えられた。

一般にヨウ素は大気中では有機形のヨウ化メチル (CH_3I) や分子状ヨウ素 (I_2) のガス状と一部はエアロゾルに付着して存在し、それらが雨滴に取り込まれて一部溶解し陰イオン (I^- または IO_3^-) になる。セシウムは大気中ではエアロゾルとして存在すると考えられ、それが雨滴に取り込まれて一部溶解し陽イオンになる。福島第一原発事故により放出された直後の放射性ヨウ素は一部はガス状、一部はエアロゾルだったと考えられ、放射性 Cs はエアロゾルだったと推定されている (Xu et al., 2015, Lebel et al., 2016)。これらを含む放射性プルームが通過した際の降雨の

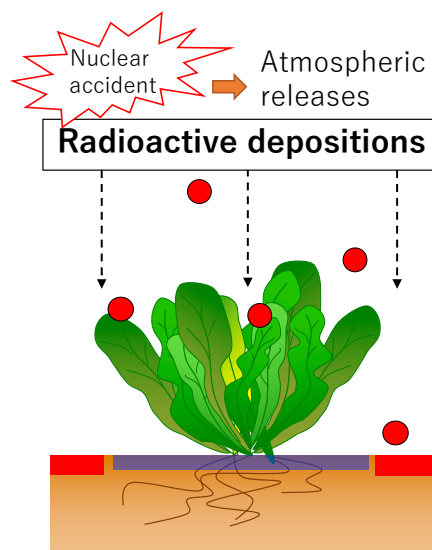


Figure 2. Interception by plants.

有無は、地表の放射性物質の分布や植物への沈着に影響を与えたと考えられる。地域にも依るが、最初にガス状やエアロゾル状の放射性物質が多く場所に飛来し、のちに降雨があったことにより大気中の放射性物質が雨水に取り込まれたり叩き落とされて、雨水とともに大量に降下した。植物との関係で言えば、前者では乾性沈着が、後者では湿性沈着が汚染の要因となる。残念ながら福島第一原発事故後のサンプリングでは、乾性沈着と湿性沈着を分けることができなかったため、ここで示す結果は両方の影響を含んだものである。

Table 1 Geometric mean and range of mass interception coefficient (f_B) of radioiodine and radiocaesium for vegetables observed after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident

Radionuclide – Crop type	N	GM	Min.	Max.
Radioiodine (^{131}I)				
- Leafy vegetables	29	0.052	0.005	0.30
Spinach	15	0.048	0.012	0.20
- Other vegetables (head, stalk, etc.)	11	0.007	0.0005	0.16
Radiocaesium				
- Leafy vegetables	15	0.13	0.020	0.72
Spinach	6	0.14	0.026	0.72
- Other vegetables (head, stalk, etc.)	4	0.053	0.020	0.12

なお、原子力災害時の重要核種には放射性ストロンチウムも重要になると考えられる。福島第一原発事故では、放射性ストロンチウムの放出量が少なかったことから、 f_B データを取得することができなかったが、グローバルフォールアウト ^{90}Sr を解析して f_B データを導出し、公表しているので参照していただきたい (Tagami et al., 2022a)。

3 ウェザリング半減期 (Weathering half-life, T_w)

ウェザリング半減期は、放射性物質が沈着した物（例えば植物や建材）の表面から放射性物質が風雨によって取り除かれる速さを示しており、通常、指数関数でフィッティングできる。この点に関しては後述で詳しく触れる。植物の場合、地上部によって遮断され植物体表面に留まった放射性物質が、風雨によって植物体から離脱し減少する速さを示しており、定期的に植物中濃度 (Bq/kg FM) を測定した結果を指数関数フィッティングすることで得られる。ただし、成長期においては、植物体重が増加することによって見かけ上濃度が減ることも、このウェザリング半減期に含まれている。我々が千葉市所在の量研（旧放医研）敷地内において、適時、食用に適したサイズのフキを葉柄 (Petioles) と葉身 (Leaf blades) に分けて、Ge 半導体検出装置 (Seiko EG&G ORTEC) で測定した (Figure 3)。その結果のうち、 ^{137}Cs について Figure 4 に示す。



Figure 3. Giant butterbur leaf blade and petiole samples (left), cut plant tissue samples for Ge gamma spectrometry measurements (right), and the Ge detecting system with auto sampler (bottom).

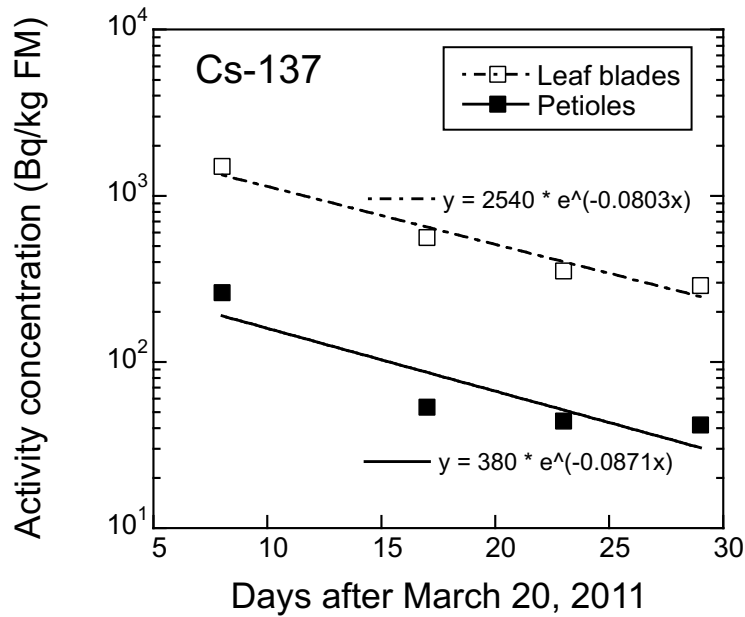


Figure 4. Concentration changes of ^{137}Cs in mature leaves parts (leaf blades and petioles, in fresh mass [FM] basis) of giant butterbur affected by the Fukushima nuclear accident in 2011.

注意しなければならないのは、日々の放射性降下物量が多いと植物中濃度が見かけ上ウェザリングによって減少しないことから、放射性物質の大気放出がほぼ無くなり、放射性降下物からの影響が植物体中の濃度よりも十分低くなってから、本分析を行わなければならない点である。RI トレーサー実験では一度放射性物質に暴露させ、その後自然条件下等においてウェザリング半減期を観察することができるが、原子力災害等において複数回大きな放出があった場合には、始点の設定が重要である。千葉市における放射性降下物量は2011年3月21日を最大とし、8日後には降下量が3桁下がったことが確認されている (Ishii et al., 2013)。事故が継続している状態でのサンプリングは、様々な状態変化を想定して必要最低限行しておくべきである。

なお、ウェザリング半減期とここでは記しているが、植物の成長期においては植物体重が増加することによって見かけ上濃度が減ることも含んでいる。移行プロセスを扱う評価モデルでは、厳密にはこのような体重増加による見かけの減少は別に取り扱い、純粋にウェザリング半減期を使って評価することもある。ただし、植物中の濃度を定期的に測定するにあたっては、毎回刈り取りが必要であり、ある集団からの平均的な試料を破壊的に採取することになる (刈り取ることで、その植物の今後の成長の程度を知ることは困難)。したがって通常は、サンプリング毎の成長の度合いについては測定することが難しく、そのため成長に伴う希釈効果についてもウェザリング効果に含まれて報告されることになる。

計算式は以下の通りとなる。まず、 t 日経過後の物質中の放射能濃度 (A_t , Bq/kg FM) は、フィッティングより次式で表される。

$$A_t = A_0 \times \exp(-\lambda_{\text{eff}} \times t) \quad (2)$$

ここで A_0 は初期濃度であり、 $f_B \times A_{\text{total}}$ と一致する。 A_{total} は単位面積あたりの降下総量である (Bq/m^2)。 f_B が得られない場合には、フィッティング結果から実効減少定数 $\lambda_{\text{eff}} (\text{day}^{-1})$ を得て、逆算することで初期濃度を算出することができる。これにより、実効半減期 (T_{eff} , day) は次式により得られる。

$$T_{\text{eff}} = \ln(2) / \lambda_{\text{eff}} \quad (3)$$

実効半減期 (T_{eff})、物理学的半減期 (T_{phy}) およびウェザリング半減期 (T_w) の間には次の関係が成立する。

$$1/T_{\text{eff}} = 1/T_{\text{phy}} + 1/T_w \quad (4)$$

これより、次式を用いて T_w を導出することができる。

$$T_w = (T_{\text{phy}} \times T_{\text{eff}}) / (T_{\text{phy}} - T_{\text{eff}}) \quad (5)$$

特に半減期の短い ^{131}I ($T_{1/2}=8.02 \text{ d}$) については、 T_{phy} を考慮する必要があるが、 ^{134}Cs や ^{137}Cs は計算結果にほとんど影響しない。

福島第一原発事故後に厚生労働省が食品モニタリングを行っており、当時の出荷制限を超えた農作物について出荷制限解除のためには1週間に1度測定を行い、3回連続暫定規制値以下となった場合に解除としたことから（厚生労働省「農畜水産物等の放射性物質検査について」平成23年4月4日 (https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00tb7611&dataType=1&pageNo=1)、暫定規制値超の報告がある市町村の農作物で、1週間に1度のサンプリングが複数回行われていれば、ほぼ同一市町村内で採取された連続データとみなすことができる。そのようなデータを整理し、ウェザリング半減期 (T_w) を求めた（田上，内田，2020a）。また，Figure 4 に示したように，量研で得たデータも含め，改めて解析を行なった。得られたウェザリング半減期を Table 2 に示す。さらに，チェルノブイリ原発事故後に日本で観察されたデータを用いて同様の手法で，導出した T_w （田上，内田，2020b）も Table 2 に示す。チェルノブイリ事故時のデータはヨモギのデータを含む。

Table 2 Weathering half-life (T_w , d) of radioiodine and radiocaesium for vegetables observed after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident, and the Chernobyl accident observed in Japan

Radionuclide – Crop type (C or F*)	N	GM	Min.	Max.
Radioiodine				
- Leafy vegetables (F)	26	8.4	3.0	23
- Herbaceous plants (C)	13	19.1	7.0	74.3
- Other vegetables (F)	9	7.3	2.2	27
Radiocaesium				
- Leafy vegetables (F)	11	6.2	3.1	8.9
- Herbaceous plants (C)	7	18.4	13.0	53.8
- Other vegetables (F)	2	6.7	5.8	7.8

*C: Chernobyl and F: Fukushima

Table 2 の結果から、福島第一原発事故後の野菜類の T_w データは、放射性 Cs の方が放射性ヨウ素よりもやや半減期が短いように見えるが、大きな差がなかった。一方、チェルノブイリ原発事故後のデータと比べると、福島第一原発事故後の T_w は、有意に短かった。植物のタイプ、気象条件の違いに加えて、チェルノブイリ原発から飛来したものについては遠方から微小エアロゾルに付着したものが到達したものであり、福島第一原発事故に比べて葉面に止まりやすかった可能性が考えられた。

4 転流係数 (Translocation factor, f_{tr})

Translocation (転流) は植物体の一部に物質が付着・吸収されたのちに、非付着部位に移行する現象を示している。そのため、時間がかかることから、短半減期の放射性核種についてはあまり考慮されない。

カリウム (K) は植物中において容易に移動し、特に古い部分から新芽などの活性の高い部分に転流することが知られている。Cs が植物の必須元素である K と同族元素であることから、K と同様に植物中を転流すると考えられた。ただし、K と Cs の植物中での分布を詳細に検討すると、必ずしも一致していないことから (Tagami and Uchida, 2015a)、K が移行する部位に Cs も移行しやすいが、元素固有の違いがあると言える。ちなみに、ヨウ素は植物の必須元素ではないことから、積極的に植物に吸収・転流されない。

上述のように、放射性降下物として植物上に付着・保持された放射性物質、特に放射性 Cs は、ウェザリングで除去されずに一部植物体内中に吸収され、その場に止まらずに他の部位に転流することにより、新たな汚染部位が生じる可能性がある (Tagami et al., 2012a)。Translocation factor, f_{tr} は、汚染した部位から非汚染部位への移行を濃度の比で表す。我々は茶葉について、公開データを用い、2 年葉から飲用茶に利用する新芽の部分への放射性 Cs の転流に関するパラメータ値を次式により算出した。

$$f_{tr} = A_{new} / A_{direct} \quad (6)$$

A_{new} (Bq/kg dry mass [DM] or Bq/kg FM) は非汚染部位、ここでは新芽中の放射性 Cs 濃度であり、 A_{direct} (Bq/kg DM or Bq/kg FM) は直接汚染した部位もしくは汚染源部位であり、ここでは 2 年葉の放射性 Cs 濃度である。したがって転流係数 (f_{tr}) は dimensionless である。

結果を Table 3 に示す。2011 年は直接汚染が影響して 2 年葉中の濃度が高く、見かけ上転流が低くなった。しかし、2012 年および 2013-2014 年のデータから、新芽中の方が 2 年葉よりも高くなる傾向があることがわかった。本研究の成果は IAEA (2020) に掲載している。飲用茶中の濃度を減らす方法として、煎じる前に茶葉をお湯で短時間すすぎ、改めて煎じる方法を取れば、30%ほど除去できることも明らかにした (Tagami et al., 2012b)。

Table 3 Translocation factor (f_{tr}) of radiocaesium from old leaves to new shoots of tea tree

Year	N	AM	GM	Min.	Max.
2011	14	0.8	0.7	0.4	2.4
2012	32	1.5	1.3	0.5	2.6
2013~2014	7	1.2	1.1	0.6	1.7

茶樹を含む樹木等の内部に一旦取り込まれた放射性 Cs 濃度は、徐々に指数関数的に減っていくことが知られている。茶樹の場合の実効半減期 (T_{eff}) として短い半減期成分は 50 日, 長い成分は 416 日で減少したことを報告した (Tagami et al., 2020a) (成分の詳細は 6 章参照)。

我々は以前, 5 種類の常緑樹の 2 年葉 (old leaves) と当年葉 (new leaves) の濃度とその比を報告している (Tagami et al., 2012b)。これはすなわち f_{tr} となるため, 改めて f_{tr} を計算して Table 4 に示した。ベニカナメモチ (Red tip photinia) は異なる場所でサンプリングした試料間での差が大きかったが, キンモクセイ (Fragrant orange-colored olive), ツツジ (Azalea), ツバキ (Camellia) は大きな差が見られなかった。転流係数 f_{tr} が大きかったのは, ベニカナメモチ > ツバキ > ヤツデ (Japanese aralia), キンモクセイ > ツツジ の順であった。Table 3 のチャノキのデータと比較すると, ベニカナメモチと同程度だったことがわかる。これらは全て常緑広葉樹であるが, ツツジの葉は小さくまた表面に毛が生えているのが特徴であり, 他の種類に比べても 2 年葉中の濃度が 1 桁近く高かった。降下物と植物葉表面に関する情報整理が必要であろう。参考までに Figure 5 には常ベニカナメモチの新芽の時期の写真を示す。緑の葉が 2 年葉であり, 赤色の葉が新芽 (当年葉) である。



Figure 5. Red tip photinia @ NIRS (top) and separated new, middle, and one-year old leaves (bottom).

Table 4 Translocation factor (f_{tr}) of radiocaesium from old leaves to new leaves of five tree species

English name and sampling place	Date of sampling	Leaf age	Activity concentration		Translocation factor, f_{tr}		
			^{137}Cs	^{134}Cs	^{137}Cs	^{134}Cs	Avg.
			Bq/kg FM	Bq/kg FM			
Red tip photinia @ NIRS	2011.4.25	New	406 ±16	359 ±11	0.83	0.80	0.81
	2011.4.25	Old	490 ±16	450 ±11			
Red tip photinia @ Narashino	2011.4.27	New	400 ±17	389 ±12	0.42	0.47	0.44
	2011.4.27	Old	956 ±29	827 ±19			
Fragrant orange- colored olive @ NIRS	2011.4.26	New	325 ±19	267 ±13	0.32	0.28	0.30
	2011.4.26	Old	1016 ±31	944 ±21			
Fragrant orange- colored olive @ Chiba	2011.5.17	New	89 ±12	83 ±9	0.24	0.31	0.28
	2011.5.17	Old	368 ±30	266 ±19			
Azalea @ NIRS	2011.4.28	New	339 ±22	328 ±15	0.09	0.10	0.09
	2011.4.28	Old	3778 ±89	3351 ±60			
Azalea @ Narashino	2011.5.5	New	572 ±30	533 ±22	0.19	0.19	0.19
	2011.5.5	Old	3051 ±88	2829 ±62			
Camellia @ NIRS	2011.4.28	New	83 ±10	81 ±6	0.38	0.42	0.40
	2011.4.28	Old	219 ±14	191 ±9			
Camellia @ Chiba	2011.5.17	New	69 ±7	77 ±5	0.48	0.74	0.61
	2011.5.17	Old	145 ±9	104 ±6			
Japanese aralia@ NIRS	2011.5.18	New	33 ±6	40 ±4	0.23	0.30	0.26
	2011.5.18	Old	143 ±7	135 ±5			

± Counting error

また，葉から葉への転流だけではなく，植物の地上部から地下部への転流についても測定を行った．2011 年 4 月 20 と 28 日に採取されたチューリップについて，汚染した地上部から地下球根への Cs の転流係数も，上述の式より， A_{direct} を地上部の放射性物質濃度 (Bq/kg DM)， A_{new} は非汚染部位の球根中の濃度 (Bq/kg DM) に置き換えて f_{tr} を導出した．結果を Table 5 に示す．4 月 20 日のデータは試料のジオメトリー補正が不十分であるため参考値としている．ヨウ素はほとんど転流していないが，放射性 Cs は上述した新芽への転流と同程度の数値となった．4 月は花が咲き終わり，球根に養分を貯め始める季節であることから，球根への物質の移動が大きかったことが影響していると考えられた (Tagami et al., 2022b).

Table 5 Translocation factor (f_{tr}) from above ground parts to bulb of tulips on the sampling date

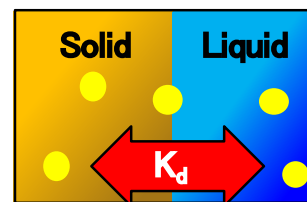
	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs
April 20, 2011	0.05 ± 0.00	0.20 ± 0.01	0.21 ± 0.02
April 28, 2011	0.03 ± 0.00	0.41 ± 0.02	0.53 ± 0.04

± Counting error



5 土壌-土壌溶液間分配係数 (Soil-soil solution distribution coefficient, K_d)

土壌-土壌溶液間分配係数 (K_d , L/kg) のイメージを右側に示した。 K_d は①放射性物質が土壌に接触した際、土壌固相にとどまりやすいのか、もしくは液相の移動とともに移動しやすいのか、あるいは、②土壌固相に捕捉されていた核種が、降雨や灌漑水の導入により液相に移行して徐々に移動するのかを表すのに、役に立つパラメータであり、IAEA TRS 472 (2010) に次式で定義されている。



$$K_d = A_{\text{solid}} / A_{\text{liquid}} \quad (7)$$

A_{solid} は固相中の濃度 (Bq/kg 通常 kg DM) であり、 A_{liquid} は液相中の濃度 (Bq/L) である。

放射性ヨウ素 (^{131}I) の場合、半減期が短いため詳細な環境移行メカニズムを解き明かすのは困難である。しかし実用的にはヨウ素の土壌への収着能を知ることが緊急時において重要である。もし十分土壌に放射性ヨウ素が収着されるのであれば、飲用水中に ^{131}I が含まれることはなかったはずである。しかし、福島第一原発事故が発生した際、水道水中の ^{131}I 濃度が高まり、大きな問題となった。放射性ヨウ素の K_d についてはバッチ実験で求めており、常温における水田土壌の K_d の幾何平均値は 67 L/kg であった (Ishikawa et al., 2011a)。すなわち、1 g の土壌は水に対し 67 倍放射性ヨウ素を濃縮していることになるが、砂質土壌ではさらに流れ出やすいと思われる。世界的には放射性ヨウ素の K_d は 6.9 L/kg と日本の水田土壌と比べると 1 桁ほど低い。後述するが、放射性ヨウ素は放射性 Cs よりも土壌に保持されにくいいため、広範囲が汚染した場合、河川水に移行し、さらには浄水場においても除去されにくいことが、放射性ヨウ素による広範囲の汚染につながる要因になった。

なお、我々は水道水中の放射性ヨウ素の除去方法についての実験も行っている (Tagami and Uchida, 2011a)。一般的にはヨウ素は加熱することで揮散するとされている。しかしながら、少なくとも浄水場を通過した場合、ヨウ素の化学形が変化し、沸騰させても揮散せず、逆に濃縮されることを明らかにした。放射性ヨウ素を除去するためには、逆浸透膜を通過させることが有効であった (Tagami and Uchida, 2011a)。浄水は塩素消毒されるが、その際に加えられている水道用次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) によって、ヨウ素が IO_3^- (HIO_3 の融点は 110°C) の化学形に変化したため (大畑, 2017) と考えられる。

放射性 Cs については、実験室での RI トレーサー実験により全国の幾何平均値として水田土で 2260 L/kg、畑土で 3900 L/kg が報告されており (Ishikawa et al., 2008)、このデータは IAEA (2010) から報告されている国際的な推奨値 1200 L/kg よりも高い。なお IAEA Tecdoc 1927 (2020) には主に Glaysol を使ったデータとして幾何平均値で 620 L/kg (水分飽和状態)、また 940 L/kg (湛水状態) が報告されている。

近年、RI トレーサー実験ではなく、安定 Cs を環境中に存在するよりも多く添加して K_d を測定する結果が報告されており、その K_d 報告値は 10^2 - 10^3 レベルであった。安定 Cs を使う理由として挙げられているのは、測定対象とした土壤中において、福島第一原発事故により放出された放射性 Cs 濃度が高く、トレーサーとして添加する ^{137}Cs と見分けがつかなくなることである。しかし実際には溶液中の濃度を測定するため、よほど大量に土壤から ^{137}Cs が溶出しない限り、本来は RI トレーサー実験に支障がない。もう一つ安定 Cs の利用を行う理由として、ICP-MS 等の高感度分析法が容易に使えるようになってきたことが挙げられる。しかし、放射性 Cs の挙動を知るために安定 Cs を使うことは、適正量を超えた場合、不適切な結果を得ることになる。

その例として、福島第一原発事故後に報告された土壤 K_d を取りまとめて Table 6 に示す。この表のオリジナルデータは別途報告している（田上，内田，accepted）。安定 Cs による K_d 値は RI トレーサー実験に比べて 1 桁も低く、Cs が土壤に保持されにくいことを示している。しかしながら、安定 Cs を使った K_d を報告する文献の分析方法によると、ほとんどの文献では安定 Cs の添加量が多いことに気づく。RI トレーサー実験では ^{137}Cs 量として 10 kBq/g 程度（原子数は 1.4×10^{13} 個 [2.3×10^{-11} mol]）。安定 Cs を含まないもの）が使われている（Ishikawa et al., 2008）。Mishra et al. (2014) とそのグループによる一連の安定 Cs (^{133}Cs) を使った添加実験では、土壤 1 g に対し 50 mL の 3.3 mg/L (2.3×10^{-5} M) 溶液を使っており、それは原子数で約 7.4×10^{17} 個 (1.24×10^{-6} mol) に相当する。つまり土壤 1 g に対し、RI トレーサー実験よりも 10^4 倍以上の数の Cs が添加されていることになる。

通常の K_d 実験において、土壤に添加する原子量が土壤の保持能を超えていれば、正確な K_d 値が報告されていないことがわかっている。そこで様々な文献調査を行った結果、概ね安定 Cs の濃度として 10^{-7} M レベルが一つの目安となりそうである（田上，内田，in press）。この値を超えた量の安定 Cs が添加された場合、土壤中の放射性 Cs の動き易さを正しく評価できないことから、その取り扱いには注意が必要である。他の核種でも同様に、安定元素が K_d 値に影響することが知られている。例えば Ni について Ishikawa et al. (2011b) が詳しく調べているが、Cs と同様に、安定 Ni の量が増えれば K_d 値が減少する。

Table 6 Summary of adsorption K_d (L/kg) for Cs observed after the Fukushima nuclear accident

Isotopes	Land use	N	GM	Min	Max
^{137}Cs or ^{134}Cs	Agriculture* flooded	9	940	3.7×10^2	6.7×10^3
^{137}Cs or ^{134}Cs	Forest	34	1.8×10^3	6.8×10^1	1.4×10^4
^{133}Cs (stable)	Forest	23	2.7×10^2	6.3×10^1	2.0×10^3

*Data from IAEA Tecdoc 1927

未攪乱草地土壌表層（0-5 cm）における放射性 Cs の保持割合について、どのような経年変化が見られるのかについても検討を行った（田上，内田，2020c）．福島第一原発事故の影響と言える ^{134}Cs を用い，0-5cm までの存在量を 0-20 cm を全量とした時の割合（Retention factor, $R_{0-5\text{cm}}$ ）を求めた．結果を Table 7 に示す．2011 年には全量の 85% が 0-5cm に保持されていたが，2018 年までの 8 年間におよそ 20% がさらに下方に移動していたことがわかった．ただ，事故から 8 年経過しても 6-8 割が表層 5 cm に留まっており，土壌によく保持されていると言える．このことから，土壌による放射性 Cs 保持能は高いといえる．

Table 7 Summary of retention factor ($R_{0-5\text{cm}}$) of ^{134}Cs in surface soil (0-5 cm) to the total (0-20 cm) observed in ten prefectures in Japan

Year	Geometric mean	Range
2011	0.85	0.76-0.98
2012	0.80	0.61-0.92
2013	0.78	0.55-0.95
2014	0.75	0.49-0.94
2015	0.76	0.42-0.94
2016	0.77	0.63-0.82
2017	0.66	0.41-0.87
2018	0.67	0.55-0.85

6 放射性 Cs の実効半減期 (Effective half-life, T_{eff})

植物、陸上生物、水産物、河川水、海水等の放射性 Cs の濃度の減少を実効半減期 (T_{eff}) で表す際、多くの場合短期と長期の 2 成分、または短期、移行期、長期の 3 成分で表される (Smith et al., 2004, Tagami and Uchida, 2016b) . Figure 6 には 3 成分が確認された野生のフキの葉の ^{137}Cs 濃度の経時変化を示した.

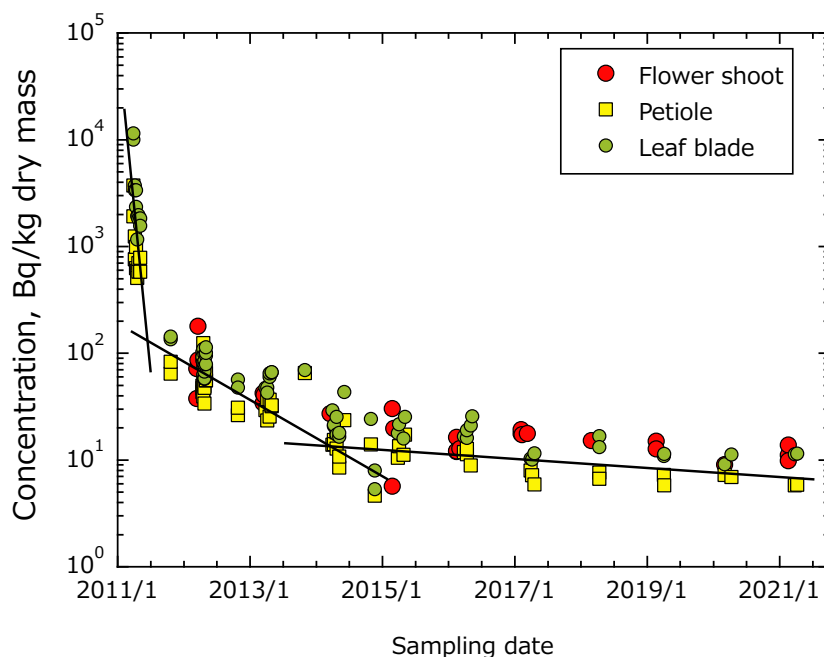


Figure 6. ^{137}Cs activity concentration change with time in giant butterbur collected at QST Chiba.

この経時変化は以下の式で表すことができる.

$$A_t = A_1 \times \exp(-\lambda_{\text{eff}_1} \times t) + A_2 \times \exp(-\lambda_{\text{eff}_2} \times t) + A_3 \times \exp(-\lambda_{\text{eff}_3} \times t) \quad (8)$$

A_1 , A_2 , A_3 はそれぞれの媒体がもつ各成分 (2 または 3 成分と推定) の初期濃度 (Bq/kg または Bq/L) であり, 通常, 第 1 成分から順番に $A_1 > A_2 > A_3$ である. また λ_{eff_1} , λ_{eff_2} , λ_{eff_3} は実効減少定数であり, 通常 $\lambda_{\text{eff}_1} > \lambda_{\text{eff}_2} > \lambda_{\text{eff}_3}$ である. T_{eff} とは式(3)と同様に次式が成り立つ.

$$T_{\text{eff}} = \ln(2) / \lambda_{\text{eff}}$$

なお, 生物に関する実効半減期は, 生物同士が捕食者-被捕食者のように関係する生態学的な面を反映することになるが, ウェザリング半減期の式(4)と同様に表すことができ, 物理学的半減期 (T_{phy}) および生態学的半減期 (T_{eco}) との間には次の関係が成立する.

$$1/T_{\text{eff}} = 1/T_{\text{phy}} + 1/T_{\text{eco}} \quad (9)$$

T_{eco} は実際の環境中で見られる半減期であり、生態学的地位が影響するため、生物学的半減期 (T_b) よりも長くなることが多い (Iwata et al., 2013) . なお, ^{137}Cs の場合, 通常第 1 成分では $T_{\text{eco}} \ll T_{\text{phy}}$ なので, $T_{\text{eff}} \approx T_{\text{eco}}$ とすることができる. 第 2, 第 3 成分の場合は, T_{eff} が数十日～数年になるため, 物理学的半減期が無視できなくなる場合がある.

土壌や海水などの非生物の場合, 生態学的な影響よりも物理的・化学的影響を受けて, 対象としているコンパートメントから他のコンパートメントに移行したり, 他のコンパートメントから流入したりして濃度が変化する. そこで T_{eco} の代わりに環境半減期 (T_{env}) を用いるが, 同様に評価することができる.

$$1/T_{\text{eff}} = 1/T_{\text{phy}} + 1/T_{\text{env}} \quad (10)$$

Figure 7 には福島第一原子力発電所から東に 15 km 沖合で採取された海水のモニタリングデータ (東京電力ホールディングス, <https://www.tepco.co.jp/decommission/data/analysis/index-j.html>) に 3 成分でのフィッティングを行った結果を示す. 初期の $T_{\text{eff-1}}$ は 12 日, $T_{\text{eff-2}}$ は 37 日, その後は原子炉建屋滞留水の影響を受けて未だに流出が続いているせいもあるが, $T_{\text{eff-3}}$ が 7.2 年となっていた. 事故以前のこの海域のグローバルフォールアウト ^{137}Cs を使った T_{eff} は 12 年程度だったので (Povinec et al., 2005) , その値に徐々に近づきつつある.

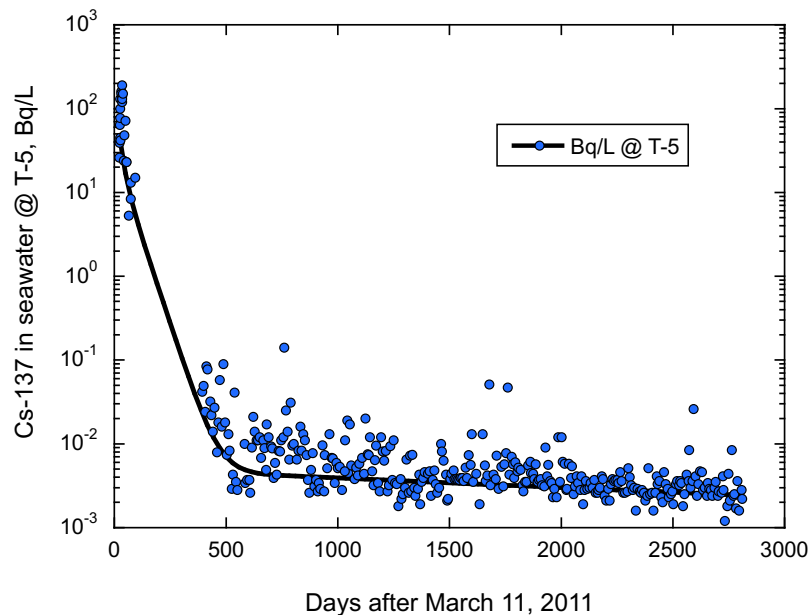


Figure 7. ^{137}Cs activity concentration change with time in seawater near the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (T-5).

6.1 海産生物

原発事故直後においては、海水の汚染が認められたため福島沖での魚介類の採取が控えられた。そのため、環境中における初期の減少速度を求めるための実測データがほとんどない。そこで我々はまず既存の実験室で取得された生物学的半減期 (T_b) データをまとめ、環境中での実測データと比較できるように準備した。データは Beresford et al. (2015) に提供し、ヨーロッパを中心に世界中で用いられている生物線量評価モデル (ERICA) のデータベースに取り込まれている。我が国のデータとしても貴重なため、本報告には複数の核種の T_b データを Supplement Material の Table S2 に付した。海水魚の放射性 Cs の T_b は短半減期成分に関するデータが 21 件見つかり、幾何平均値が 2.0 日 (範囲: 0.4-8.4 日) であった。放射性ヨウ素については 6 件で幾何平均値は 1.7 日 (0.6-4.9 日) であった。上述したように $T_{eco} > T_b$ なので、実際の環境中においては短半減期成分はこの T_b よりもやや長いと考えられる。おそらく、どちらの核種も魚の短半減期成分 T_{eco_1} は 2-3 日程度と推定され、海水中の放射能濃度が減少すれば急激に魚体中の濃度も減少すると考えられた。海水の汚染については、Yamamoto et al. (2015) が沿岸域の K_d 推定のために水中濃度解析を短期成分と長期成分の 2 成分により分析している。

放射性 Cs の 2 番目の成分 (T_{eco_2}) については、事故後約 650 日目までの厚生労働省の食品モニタリングデータ (<https://www.mhlw.go.jp/stf/kinkyu/0000045250.html>) を使って解析を行った (Iwata et al., 2013)。さらに長期成分 (T_{eco_3}) があると考えた場合の事故後 1600 日までのデータを使った解析も行っている (Tagami and Uchida, 2016b)。両論文に掲載されている魚種についての結果を Table 8 にまとめた。 T_{eco_2} と T_{eco_3} を比較すると、Japanese rockfish では T_{eco_3} の方がやや長くなったが他の魚種では T_{eco_2} と T_{eco_3} が同程度であり、どちらも 220-320 日程度と 1 年未満であった。比較のため、 T_{b_2} について文献調査によって得られたデータの幾何平均値を示すと、ヒラメ (Bastard halibut) は 6 件、Japanese rockfish の仲間であるクロソイ (Black rockfish) は 4 件の報告値があり、 T_{b_2} はどちらの魚種でも数十日程度であった。 T_{eco_2} と比較すると、 T_{b_2} の値は 1/10-1/4 となっており短い。原因はこれらの魚種が肉食であり、餌生物からの放射性 Cs の寄与が影響し、 T_{eco_2} が長くなっていると考えられたが、加えて、 T_{eco_3} で表される遅い排出機構がある可能性も示唆される。

Table 8 Ecological and biological half-lives of ^{137}Cs in five marine biota

English name	T_{eco_2} , d (using up to 650 d data)	T_{eco_3} , d (using 400-1500 d data)	T_{b_2} , d
Japanese rockfish	197	320 (281-378)	59 (48-89)
Greenling	216-286	218 (139-285)	-
Japanese common skate	338-684	315 (252-400)	-
Bastard halibut	362-379	279 (228-365)	38 (19-73)
Japanese blue crab	298		-

魚以外の生物としてガザミの生態学的半減期を調べたところ、 $T_{eco_2}=298$ 日であった（田上ら，2019）。同じ甲殻類のイセエビでは，生物学的半減期 $T_{b_2}=30$ 日が報告されている（Table S2）。ガザミは雑食性だが肉食性が強く餌生物の影響を受けるため，肉食魚と同様の半減期で減少したと考えられる。

魚類中の放射性 Cs の推移について，Figure 8 にはヒラメの筋肉中の ^{137}Cs の濃度（検出されたサンプルのみのデータ）の経時変化を例としてプロットした。データは厚生労働省の食品中の放射性物質検査データベースである（<http://www.radioactivity-db.info/>）。原発から北側（新地町，相馬市，南相馬市）と南側（いわき市）で採取されたヒラメはどちらも時間と共に同程度に濃度が減少している。いわき市では 2022 年 4 月までに 1751 データがあるが，検出された数/測定数の推移を見ると，2011 年（83/84），2012 年（140/155），2013 年（123/184），2014 年

（65/188），2015 年（36/252），2016 年（13/229），2017 年（3/238），2018 年（1/230），2019 年（0/107），2020 年（0/38），2021 年（0/35），となっていた。Figure 8 からは，検出下限以下のデータの推移がわからない。そのため，どのような半減期で減少しているのかは，食品モニタリング検査のデータからでは分かりにくい。そこでより海水の汚染レベルが高いため，魚の放射性 Cs 濃度レベルの高い東京電力が福島第一原子力発電所の港湾内のデータに着目した。2013 年から東京電力が魚のモニタリングを開始しており，データが公表されている

（<https://www.tepco.co.jp/decommission/data/analysis/index-j.html>）。いくつかサンプリング点があるが，港湾口で捕獲されたヒラメについてのデータを抽出し，Figure 8 にプロットした。採取時期が遅いため，1 次の指数関数フィッティングを行ったところ， $T_{eff}=587\text{ d}$ ($T_{eco}=620\text{ d}$) となり，Table 8 のヒラメのデータの 2 倍の長さであった。港湾内の海水の ^{137}Cs 濃度はほとんど減っておらず，港湾外の結果からも放射性 Cs の濃縮係数が高いまま維持されていることを考えると（11.2 節参照），今後も引き続き放射性 Cs が検出される魚試料が出てくる可能性がある。 T_{eco_3} は海水の半減期に加え，食物連鎖や生物自身の長期 Cs 保持が影響して長くなると考えられる。

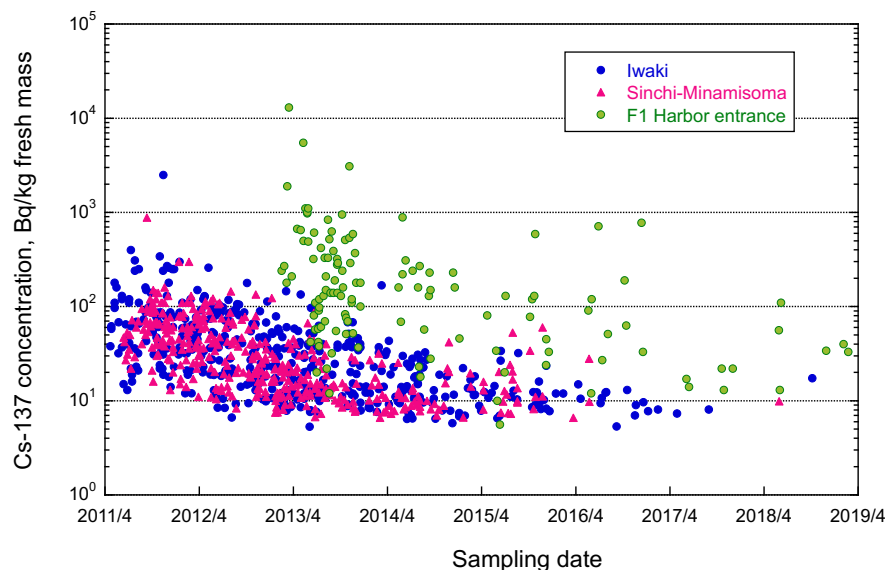


Figure 8. ^{137}Cs activity concentration change with time in bastard halibut meat collected off Fukushima (Iwaki, Sinchi-Soma-Minamisoma, and Fukushima Daiichi Harbor entrance).

6.2 淡水生物

淡水生物は塩を体内に保持しようとするため、セシウムも同様に排出されにくいと考えられる。ただし、実際に室内トレーサー実験により生物学的半減期を測定した T_{b_2} の結果は、コイで 63-75 日、キンギョで 50-53 日と（excel ファイル参照）、海水魚よりもやや長い程度であった。実環境中において、長期成分である T_{eco_3} を調べたところ、アメリカザリガニ（Red swamp crawfish）で 688 日、モクズガニ（Japanese mitten crab）で 976 日であった（Table 9）。同じ Table に示した水の半減期と比べて多少差があるものの、同程度の数値であった。

一方、Wada et al. (2016) は福島県内の魚類に着目しデータ解析を行った結果を報告している。その結果をまとめたものを、同じく Table 9 に示す。その半減期は甲殻類よりもやや短く、347-631 日であった。水中の濃度変化が明確ではないため、魚の放射性 Cs 濃度は甲殻類よりも早く除去されていくのかどうかは明確ではない。アユ（Ayu）は苔などを食べる草食性かつ年魚であり、苔に付着もしくは吸収された物質がアユに移行していると思われる。イワナ（White spotted char）は肉食性、ウグイ（Japanese dace）とコイ（Common carp）は雑食性である。

Table 9 Ecological half-lives of ^{137}Cs in freshwater biota using after 451 d data

English name	T_{eco_3} , d (using after 451 d data)	T_{eco_3} , d (using after 451 d data), water
Red swamp crawfish	688	919
Japanese mitten crab	976	881
White spotted char*	572 (428-918)	-
Japanese dace*	347 (202-568)	-
Ayu*	381 (352-447)	-
Common carp*	631 (568-694)	-

*Data from Wada et al. (2016)

Figure 9 には、環境省が行なっている水生生物放射性物質モニタリング調査結果（https://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html）から阿武隈川のデータを抜粋し、河川水、アユ、コイ、ウグイの ^{137}Cs 濃度の経時変化を示した。このデータから、水中の濃度減少速度と 3 種類の魚の濃度減少速度は類似していたことから、甲殻類と同様に魚の ^{137}Cs 濃度は水中濃度に影響を受ける可能性が示唆された。特に淡水魚の中でもアユは、その生態的特徴から、放射性 Cs 濃度が直接的な環境要因（水や餌である植物）から影響を受けると考えられる。間接的には、水や餌生物の放射性 Cs 濃度に影響を及ぼす森林からの汚染した落ち葉や土壌の流入が、影響因子として挙げられる。そこで、同じく環境省のデータより、太田川について、水と堆積物および植物の ^{137}Cs 濃度の経時変化を Figure 10 示した。水と堆積物ともに ^{137}Cs 濃度が時間とともに減少していることがわかる。植物については、有意な減少は見られなかったものの、全体としては減少傾向にあった。

アユで代表させたが、草食性の生物中の放射性 Cs 濃度減少速度、さらにはその上位の生物について詳しく解析するためには、いろいろな河川や湖沼のデータを詳しく解析する必要がある。我々はメカニズム解明のための研究を印旛沼をターゲットにして進めている (Ishii et al., 2021)。

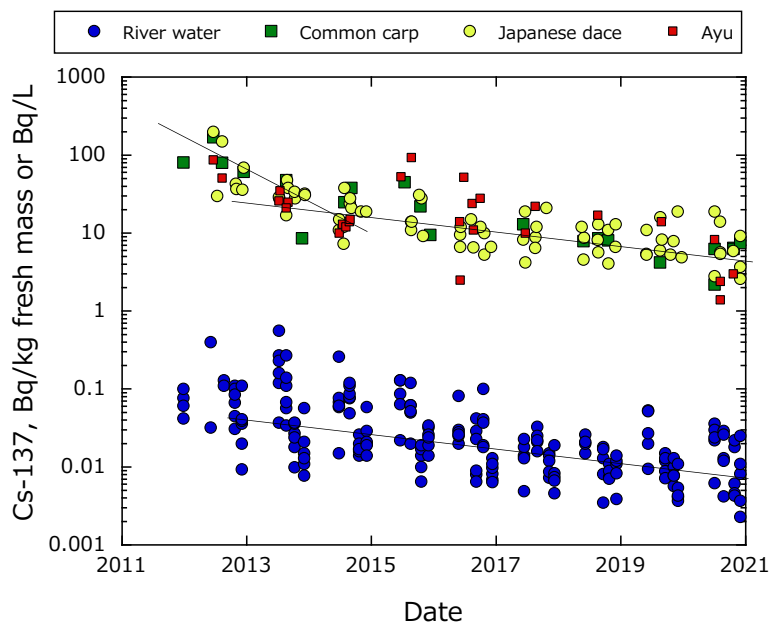


Figure 9. ^{137}Cs activity concentration change with time in river water, and three fish species in Abukuma River.

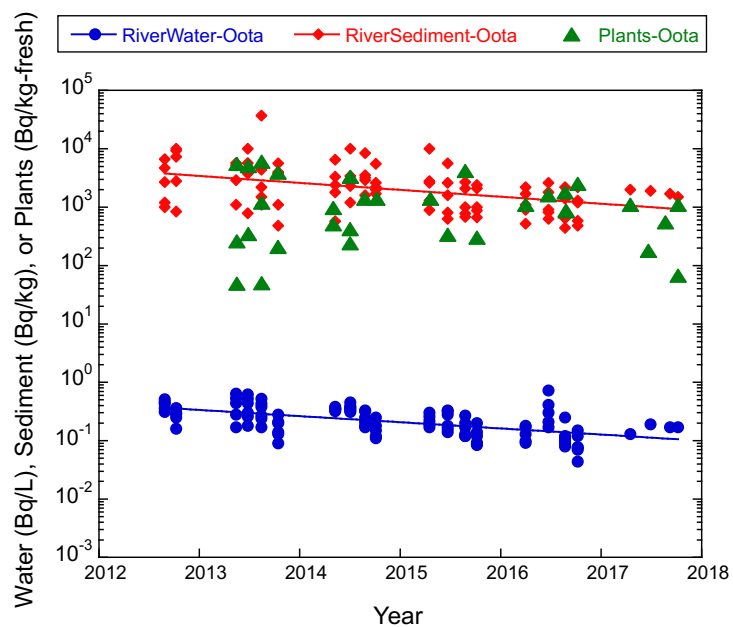


Figure 10. ^{137}Cs activity concentration change with time in river water, sediment and plants in Oota River.

6.3 樹木および草本植物

樹木の半減期については、初期のウェザリングを主とする短半減期部分についてのデータが少ない。一方、事故から数百日以内のデータは数多く存在する。そこで我々は、初期のウェザリングを主とする短半減期が適用できる時期から後の、生態半減期の第2成分 (T_{eco_2}) を事故から数百日以内のデータを使い、この期間であれば一つの指数関数で表せると考えて、 T_{eco_2} を求めた (Tagami, 2017)。データをまとめて Table 10 に示す。チェルノブイリ原発事故後のデータと福島事故後のデータを比較したところ、同じ桁の速さで濃度が減少したことがわかった。また、カキでは、木の部位 (葉、1 年枝、果皮、果肉等) のデータがほぼ同じ半減期を持っており、約 230 日であることを示した (Tagami and Uchida, 2015b)。そのため、このデータを使うことで果肉中の濃度の減少速度が推定できる。

また、食品モニタリングデータを使って、福島県内のカキの果実の T_{eco_2} を調べたところ、平均で 354 日であった (Tagami and Uchida, 2015b)。その後の半減期は長くなっていることが確認されている。 T_{eco_2} の減衰は、樹木中に蓄積された放射性 Cs の落葉・落枝による排出に加えて樹木の体積が増すことによる希釈と経根吸収のバランスの結果であり、相対的に早く排出される。その後は経根吸収が主たる汚染源となることから、後述するように土壌中の放射性 Cs の濃度減少が植物中の Cs 濃度の主な減少要因となる。

Table 10 Ecological half-lives of ^{137}Cs in trees observed after the Chernobyl accident and the Fukushima accidents. Data from Tagami (2017)

English name	Chernobyl	Fukushima
	T_{eco_2} , years	T_{eco_2} , years
Apple	0.86-1.4	0.61-0.96
Peach	0.84	0.51-0.68
Sweet cherry	0.66-0.68	0.52-1.64
Tea	0.26-0.76	0.33-0.68
Pine	0.38	0.40
Japanese cedar	0.45-0.62	0.36

草本植物の実効半減期については、Figure 6 に示された第2および第3の成分を、フキ、イタドリ (Knotweed)、ヨモギ (Mugwort) について報告している (Tagami and Uchida, 2017a)。それらのデータを Table 11 にまとめた。ヨモギの第3成分は極めて長くなっていることがわかる。5章で述べたように、土壌中の ^{137}Cs は地面に沈着後、土壌粒子に固定されてほとんど土壌溶液中に溶出しなくなっている。そのため経根吸収されにくく、地表部に沈着した放射性セシウム

が、ほぼ物理学的半減期でしか濃度が減少しないことを示している。ただし、土壌粒子そのものが風雨等で移動した場合、総量として放射性 Cs 濃度が減少することから、その濃度減少に従って植物中の放射性 Cs 濃度も減少することになる。

駒村ら（2006）は 1959 年から 42 年間にわたって我が国の米、小麦およびその作土である水田と畑土中の ^{137}Cs 濃度を測定し、土壌については実効半減期（ T_{eff} ）として水田では平均 18.1 年（範囲：8.6-24 年）を、また畑土では平均 14.7 年（範囲：8.4-26 年）示している。米や小麦は直接沈着の影響を受けるとして T_{eff} を導出していないが、グローバルフォールアウトの寄与が少なくなった 1980 年代以降も徐々に濃度が低下していることから、土壌の濃度が減少することによって作物も影響を受けていたことが考えられる。

Table 11 Ecoogical half-lives of ^{137}Cs in herbaceous plants observed at QST-NIRS, Chiba, after the Fukushima accidents

English name	T_{eco_2} , d	T_{eco_3} , d
Giant butterbur	230	970
Knotweed	144	1700
Mugwort	103	3830

6.4 狩猟生物

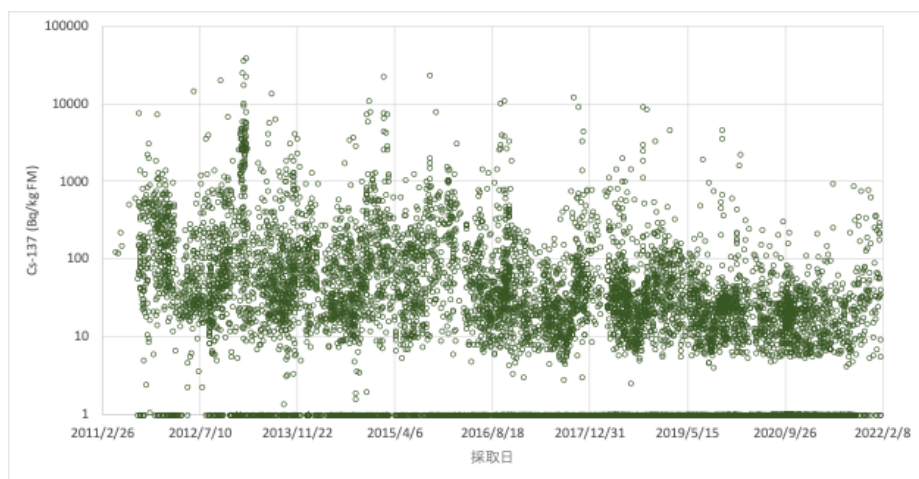
狩猟動物 (Game animals) 中の ^{137}Cs 濃度の経年変化について、厚労省の食品モニタリングデータから 2011 年 3 月-2022 年 3 月に報告された値を使って調査した結果を Figure 11 に示す。

Table 12 には測定検体数と放射性 Cs が検出された検体数、またそのデータを使って求めた T_{eff} を示した。測定検体数が最も多いのはイノシシ (Wild boar) で T_{eff} は 3.7 年、次に測定数が多いのはニホンジカ (Sika deer) で T_{eff} は 4.9 年、ツキノワグマ (Asian black bear) は検体数が少なくなるが測定検体の 90%以上で放射性 Cs が検出された。ヤマドリ (Copper pheasant), キジ (Green pheasant), カモ類 (Wild duck) の鳥類のデータも報告した。我々が以前 2015 年までのデータを使って報告した際には、ニホンジカとヤマドリでは明確な減少傾向は見られなかった (Tagami et al., 2016)。その原因は不明であるため、さらに長期の観測が必要である。季節変動に関しては狩猟時期が限られるため季節性を確認できないものもあるが、イノシシは周期的に高い時期が冬季に見られたのが特徴的であった。

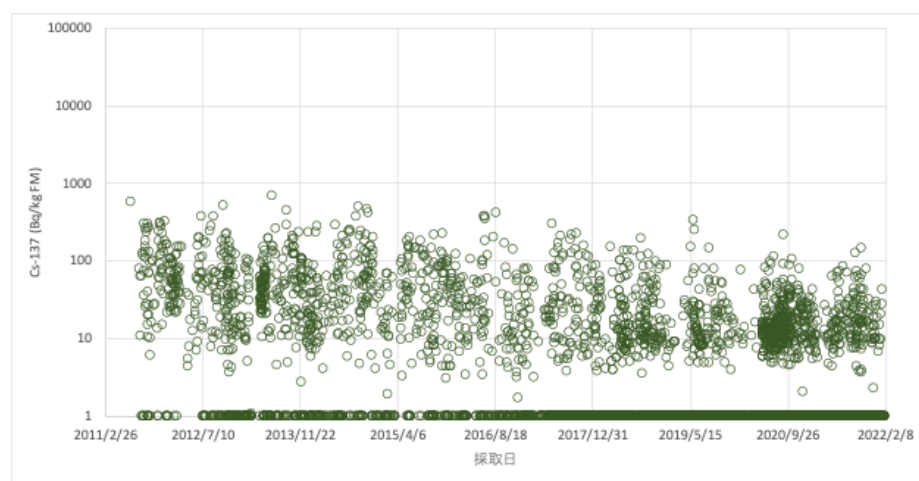
ただし、この解析で使った食品モニタリングデータは、基準値超過の可能性があった東日本を中心とした汚染地域において行われているものである。そのため、ある地域では出荷制限解除のために短い期間集中的にサンプリングしてデータが追加されたり、一方で、基準値超過のために途中でサンプリングが行われなくなった地域のデータも含まれる。そのため、実際に季節性が見られるかどうかについては、地域を限定したデータを確認する必要がある。Nemoto et al. (2018) は、同様に食品モニタリングにも掲載されている福島県内のイノシシおよびツキノワグマにデータを限定して解析し、季節性が見られることを指摘している。

Table 12 Effective half-life of radiocaesium in game animals (March 2011- March 2022)

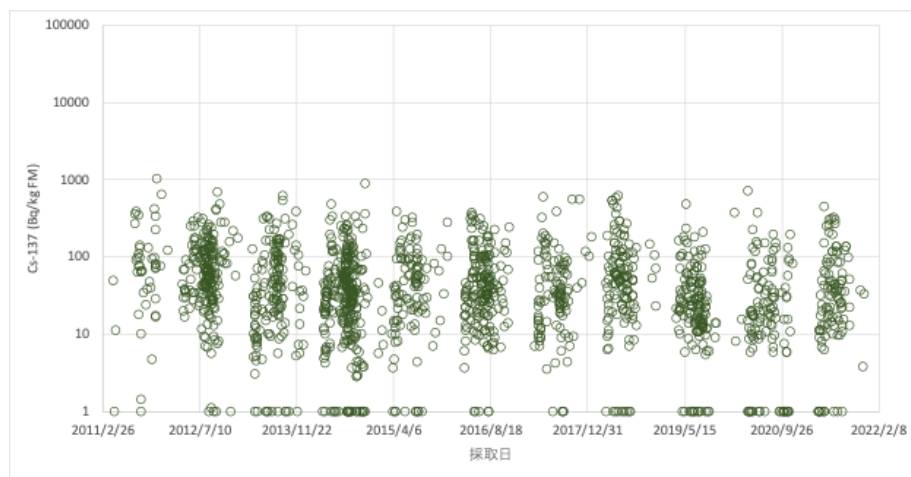
	N (measured)	N (detected)	T_{eff} , y	T_{eff} , y (Tagami et al., 2016)
Wild boar	10863	6344	3.7	3.6
Sika deer	5859	1934	4.9	-
Asian black bear	1633	1524	14.2	6.9
Copper pheasant	251	228	8.2	-
Green pheasant	280	120	4.0	1.2
Wild duck	339	169	11.1	1.9



Wild boar

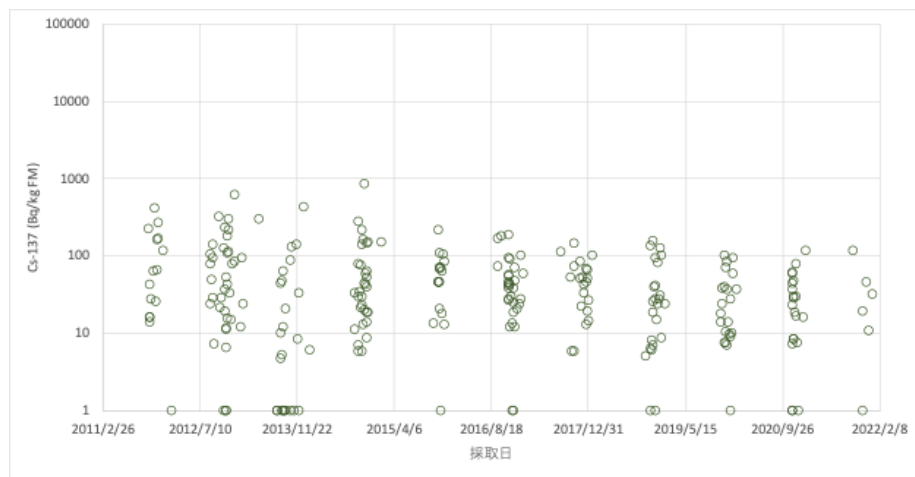


Sika deer

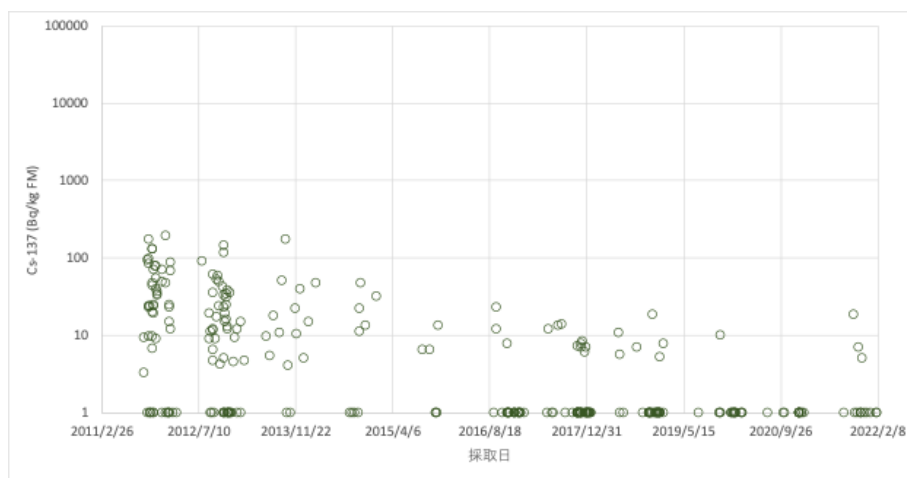


Asian black bear

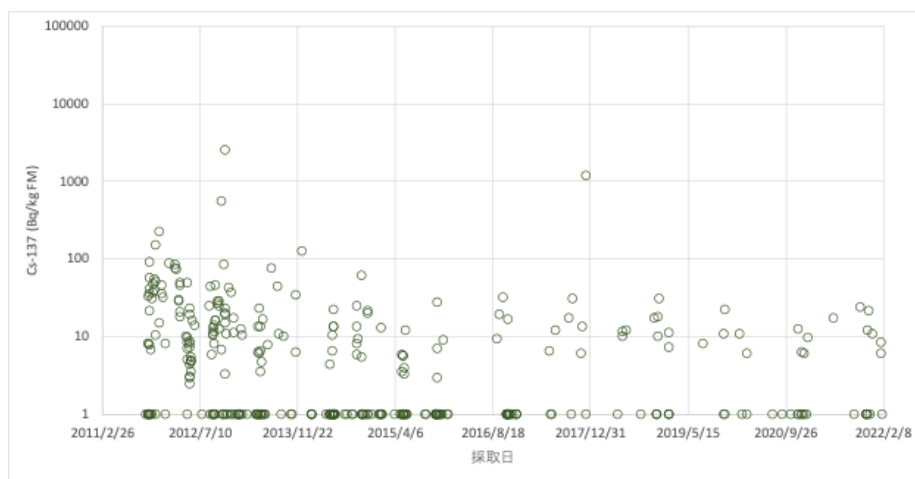
Figure 11. ^{137}Cs concentration change with time in game animals. Data on the 1 Bq/kg line show not detected sample.



Copper pheasant



Green pheasant



Wild duck

Figure 11 (continue).

7 土壌-農作物移行係数 (Soil-to-crop transfer factor, F_v)

放射性 Cs の農作物への移行係数は IAEA TRS 472 (2010) に定義されているように、次式で表される。ここでは IAEA TRS 472 に準じて F_v を使用するが、TF と記されることもある。

$$F_v = A_{\text{crop}} / A_{\text{soil}} \quad (11)$$

A_{crop} は農作物可食部中の濃度 (Bq/kg DM) であり、 A_{soil} は農耕地土壌中の濃度 (Bq/kg DM)

(作土深までの平均的な値) である。文献値の農作物 F_v データには生重量 (fresh mass, FM) での移行係数を報告しているものもあるが、IAEA 等は農作物が採取されてから実際に食べるまでに時間が経過することで水分含量が変動することを考慮し、DM を基準に移行係数を導出している。このため F_v は dimensionless である。本報告書でも、IAEA の方針に従い DM を基準に移行係数を導出した。なお FM ベースで求めた F_v データについては、後述するように水分含量を用いて DM ベースの値に変換している。

F_v に関わる研究は、農林水産省関連の研究機関で多く行われており、その一部については IAEA Tecdoc 1927 (2020) に報告されている。量研においては、浄水過程での発生土が園芸用に利用されていたという原発事故以前の実態と、浄水発生土の放射能汚染が報告された経緯から、園芸利用した場合の放射性 Cs の移行について検討が行われた (石井ら, 2013a, b)。その結果を Table 13 に示す。得られた移行係数値は IAEA TRS 472 よりもやや高いものの、既存の方告値の範囲であることがわかった。

Table 13 Soil-to-crop transfer factor (F_v) of radiocaesium in leafy vegetables from soil with/without sedimentation sludge observed after the Fukushima Daiichi accident

Crop	Condition*	F_v , fresh mass	F_v , dry mass	Ref.
Komatsuna	0% SedSl	0.034	0.48	Ishii et al. 2013a
Komatsuna	10% SedSl	0.007	0.10	Ishii et al. 2013a
Komatsuna	30% SedSl	0.007	0.10	Ishii et al. 2013a
Cabbage	Soil + leaf mold A	0.13	0.686	Ishii et al. 2013b
Cabbage	Soil + leaf mold B	0.026	0.189	Ishii et al. 2013b
Cabbage	38% SedSl	0.017	0.094	Ishii et al. 2013b
Geometric mean		0.021	0.20	
Vegetables	Various	-	0.06 (0.0003-0.98)	IAEA TRS 472

*SedSl: Sedimentation sludge volume % to soil.

食品に関するデータをまとめることが目的であることから、データが少ないものについては、様々な機関が測定したデータの蓄積と整理を試みた。参考までに米を除く農作物に関する F_v データとして収集した文献値を Supplemental Material Table S3 に示した。前述したように農作物濃度に関しては、DM ベースと FM ベースが報告されているが、我々が収集した文献値においても FM ベースでの移行係数を報告しているものが多くあった。FM ベースでの移行係数は DM ベースのもの（例えば、IAEA TRS 472）に比べて小さくなる。例えば葉菜類では水分率が 90% 程度であることから、おおむね 1 桁程度の違いが生じる。そこで我々は食品成分データベース (<https://fooddb.mext.go.jp/>) から水分率を参照に乾燥重 (dry mass, DM) での移行係数を導出した。Table 14 は 2011 年からの葉菜類 (leafy vegetables), 果菜類 (fruit vegetables), 豆類 (leguminous vegetables), 根菜類 (root crops) についてまとめた結果である。

Table 14 Summary of soil-to-crop transfer factor (F_v) of radiocaesium in literature values

Year	Leafy vegetables			Fruit vegetables		
	N	F_v , FM base	F_v , DM base	N	F_v , FM base	F_v , DM base
2011	18	7.8×10^{-4}	1.1×10^{-2}	26	9.3×10^{-4}	1.5×10^{-2}
2012	24	2.4×10^{-3}	3.0×10^{-2}	6	2.3×10^{-4}	4.1×10^{-3}
2013	10	1.0×10^{-3}	1.4×10^{-2}	6	1.7×10^{-4}	3.3×10^{-3}
2014	10	7.9×10^{-4}	1.1×10^{-2}	4	1.5×10^{-4}	2.7×10^{-3}
2015	11	7.1×10^{-4}	9.5×10^{-3}	3	1.9×10^{-4}	3.3×10^{-3}
2016	10	4.8×10^{-4}	6.4×10^{-3}	4	1.4×10^{-4}	2.6×10^{-3}
2017	7	4.6×10^{-4}	6.1×10^{-3}	3	1.4×10^{-4}	2.4×10^{-3}
2018	8	5.6×10^{-4}	7.5×10^{-3}	4	1.4×10^{-4}	2.1×10^{-3}
2019	8	4.2×10^{-4}	5.6×10^{-3}	5	1.8×10^{-4}	2.7×10^{-3}
2020	8	8.7×10^{-4}	1.2×10^{-2}	4	2.0×10^{-4}	3.6×10^{-3}
TRS-472			6.0×10^{-2}			2.1×10^{-2}
Year	Leguminous vegetables			Root crops		
	N	F_v , FM base	F_v , DM base	N	F_v , FM base	F_v , DM base
2011	13	3.9×10^{-2}	4.9×10^{-2}	3	6.1×10^{-4}	8.1×10^{-3}
2012	16	7.7×10^{-3}	1.1×10^{-2}	18	1.6×10^{-3}	2.4×10^{-2}
2013	22	5.2×10^{-3}	6.9×10^{-3}	3	1.6×10^{-4}	3.0×10^{-3}
2014	4	2.8×10^{-3}	3.1×10^{-3}	3	1.0×10^{-4}	1.8×10^{-3}
2015	6	2.9×10^{-3}	5.0×10^{-3}	2	8.9×10^{-4}	1.4×10^{-2}
2016	4	8.7×10^{-4}	1.8×10^{-3}	3	1.8×10^{-4}	2.7×10^{-3}
2017	6	1.0×10^{-3}	2.6×10^{-3}	3	2.0×10^{-4}	2.9×10^{-3}
2018	5	8.8×10^{-4}	1.0×10^{-3}	3	3.5×10^{-4}	5.3×10^{-3}
2019	3	1.6×10^{-3}	4.1×10^{-3}	4	3.4×10^{-4}	5.3×10^{-3}
2020	5	1.7×10^{-3}	3.2×10^{-3}	1	1.3×10^{-4}	2.5×10^{-3}
TRS-472			4.0×10^{-2}			4.2×10^{-2}

Table 14 に示したように、豆類は 2011-2013 にかけて減少しているが、葉菜類と根菜類では 2011 年からほとんど変わっていない。果菜類では 2011 年にやや高いが、その後はほとんど変化がないことがわかる。また IAEA TRS-472 (2010) のデータと比較すると、1 桁程度低くなっている。表層土壌において、沈着後時間の経過とともにセシウムが動きにくくなることが影響していると考えられる (Tagami and Uchida, 1996)。これについては間接的に植物中の ^{137}Cs 濃度の経時変化 (Figure 6 参照) でも知ることができる。また、カリウム施肥による吸収抑制が低減策として効果があることを示している (Fujimura et al., 2013, IAEA, 2020)。

玄米への移行係数についても Figure 12 に示したように、事故直後にやや高くなりその後事故前に戻っていることを明らかにした (Tagami et al., 2018a)。事故以前に全国で調査されたデータから導出した移行係数は、 10^{-3} - 10^{-2} オーダーであったが (幾何平均値： 3.4×10^{-3})、事故直後の 2011 年にはやや高くなり (幾何平均値： 1.2×10^{-2})、その後減少し 2014 年には事故以前のレベル (幾何平均値： 2.3×10^{-3}) に戻っていた。この分析では、事故以前のデータと比較するために、事故以前と同程度の施肥を行ったケースを選択した結果を示している。

しかし、福島県内では着実に放射性 Cs 濃度を低く保つために、農林水産省と協力して土壌への適正なカリウム施肥量を決め、現在もカリウム施肥が引き続き行われている状況にある。その影響について、農林水産省が放射能調査研究年報として農作物および土壌の放射性 Cs 濃度と移行係数を報告しているデータ (例えば、平成元年度の報告については、報告書 http://www.library-archive.maff.go.jp/index/200537298_0001 の p.26-34) を使って比較すると、Figure 12 のようになる。2012 年から 2020 年までのデータが公表されているが、2012 年で幾何平均値が 1.6×10^{-3} と、既に事故以前の F_v と同程度まで減少しており、2013 年に 1.3×10^{-3} とやや減少したのち、2014-2020 年は 6.4×10^{-4} - 8.4×10^{-4} と事故以前の 1/4-1/5 で推移している。このように低い F_v が報告されているのは、農林水産省が報告する農耕地については適切な施肥管理がされていると考えることができる。ただ、事故以前の F_v であったとしても、土壌中濃度が約 2900 Bq/kg の場合、食品中の放射性物質の基準値、100 Bq/kg の約 1/10 の濃度になるレベルであり、さらに玄米から白米に精米することで、放射性 Cs 濃度はさらに減少していると考えられる (田上, 内田, 2012a)。これらの要因を考えると、今後も引き続き移行を抑えるための施肥管理を行うかどうかは、マーケットにおける理解促進とも深く関わる。

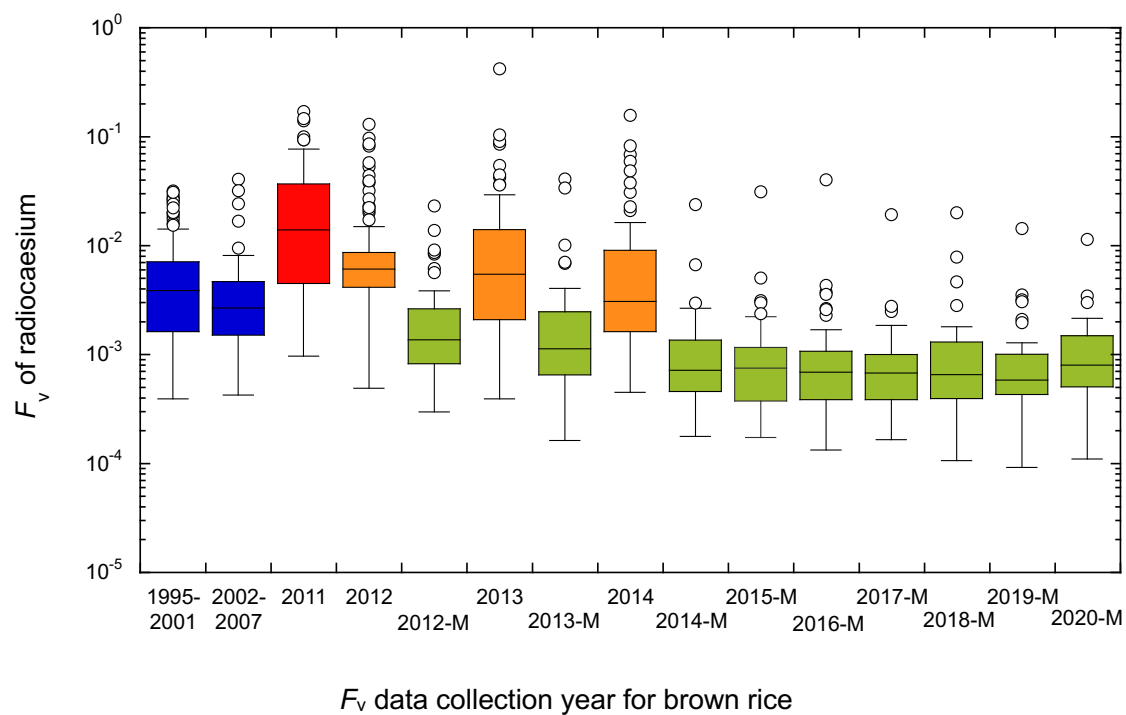


Figure 12. Soil-to-brown rice transfer factor (F_v) of radiocaesium. Data in blue show before the Fukushima accident, that in red was collected in 2011 and those in orange were from papers (see Tagami et al., 20118a). Data in green were from MAFF (e.g., http://www.library-archive.maff.go.jp/index/200537298_0001).

8 家畜への移行 (Transfer to farm animal products, F_f and F_m)

畜産物の放射能汚染経路は、家畜が大気中の放射性物質を呼吸によって取り込む経路と、汚染した餌や水を摂る、すなわち飲食物摂取による経路が主たるものとして挙げられる (Figure 13). 我が国における家畜の利用は欧米ほど多くはないが以前よりも利用頻度が高くなっていることから、放射性物質の移行の程度を求めておくことは重要である. そこで我々は肉および乳への移行を報告した (田上, 内田, 2019).

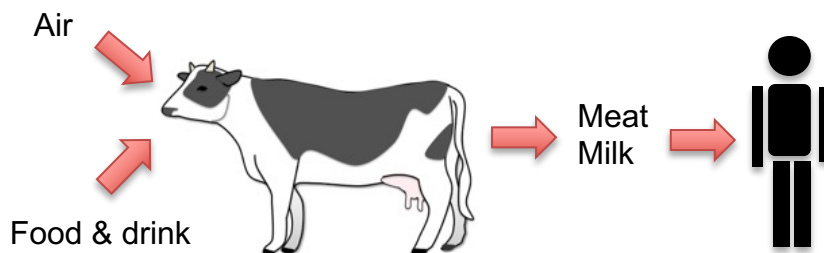


Figure 13. Major contamination pathways of farm animals

福島事故後に得られた、餌から肉または乳への移行パラメータ値 (F_f [d/kg] または F_m [d/L]) を IAEA TRS 472 (2010) に記載されているように、次式で導出した.

$$F_f = C_{\text{meat}} / C_{\text{total-day}} \quad (12)$$

$$F_m = C_{\text{milk}} / C_{\text{total-day}} \quad (13)$$

C_{meat} は肉中の放射性核種濃度 (Bq/kg FM), C_{milk} は乳中の濃度 (Bq/L), $C_{\text{total-day}}$ は家畜が1日当たりに摂取する放射性核種の量 (Bq/d) である. $C_{\text{total-day}}$ は次式で得られる.

$$C_{\text{total-day}} = C_{\text{feed}} \times M \quad (14)$$

C_{feed} は飼料中の放射性核種濃度 (Bq/kg), M は1日当たりの飼料量 (kg/d) である.

放射性ヨウ素についてのデータを Table 15 に示す. 福島事故直後に得られた放射性ヨウ素の餌から乳への移行係数 (F_m [d/L]) は IAEA TRS 472 と同程度であった.

Table 15 Transfer coefficients (F_m) of radioiodine for cow's milk (unit: d/L)

Products	Region	N	AM	GM	Range
Cow's Milk	France [#]	9	0.0035	-	0.0025-0.0036
	Japan [#]				
	IAEA TRS472	104		0.0054	0.0004-0.025
	World	105	0.0092	0.0060	0.0004-0.044

[#]Data observed after the Fukushima accident.

放射性 Cs の結果については Table 16 に示した。これについても国際的なデータとほぼ同じ値であった。肉への移行については、鶏肉>豚肉>牛肉の順番で移行しやすいことがわかる。牛肉については部位ごとのデータが得られており、最も濃度が高くなるのはモモ肉であった。牛乳への移行については、本報告では 0.0030 d/L であり、生沼（2021）の値（0.0016-0.0048 d/L : N=5, 幾何平均値=0.0033 d/L）とほぼ同じ値となった。また牛乳への移行については、Table 15 に示したように放射性ヨウ素についても求めることができたので、核種間の比較をすることができる。その結果、放射性 Cs と ^{131}I は同程度の値となっており、特にヨウ素が牛乳へ多く移行することはない（田上，内田，2019）。

Table 16 Transfer coefficients (F_f and F_m) of radiocaesium to farm animal products
(unit: d/kg for meat [F_f], d/L for milk [F_m])

Products	Region	N	AM	GM	Range
Chicken	Japan [#]	5	1.6	1.6	0.90-2.2
	IAEA TRS472	13	-	2.7	1.2-5.6
Pork	Japan [#]	6	0.34	0.34	0.29-0.40
	IAEA TRS472	22	-	0.20	0.12-0.40
Beef	Japan [#]	23	0.026	0.021	0.005-0.072
	IAEA TRS472	58	0.030	0.022	0.0047-0.096
Cow's Milk	Japan [#]	16	0.0030	0.0019	0.0004-0.017
	Japan (before the Fukushima accident)	32	0.0035	0.0034	0.0022-0.0063
	World	289	0.0067	0.0049	0.0006-0.057

[#]Data observed after the Fukushima accident.

9 面移行係数 (Aggregated transfer factor, T_{ag})

農耕地以外の土壌では土壌表層を定期的に耕すことがないので、土壌表面から下方に向かって濃度が指数関数的に減少する不均一分布となる（田上，内田，2020c）。そのため，7「土壌-農作物移行係数」で示したように，植物で言えば根圏域の汚染が均一な状態とは異なることが特徴的であり，土壌中の平均的な濃度の報告は少ない．また，土壌の汚染については，航空機モニタリング等（例えば原子力規制庁，<https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/512/list-1.html>）でも明らかにように，単位面積あたりの汚染レベル（Bq/m²）として表現されることが多い．そこで，単位面積あたりの放射エネルギーが分かる土壌の上で生活する生物の汚染の程度を推定するために，面移行係数（ T_{ag} ）と呼ばれるパラメータを使用することができる． T_{ag} は次式で表される．

$$T_{ag} = A_{edible} / A_{total} \quad (15)$$

A_{edible} は可食部中の濃度（Bq/kg FM）， A_{total} は単位面積あたりに降下した放射性核種の総量（Bq/m²）である

ここでは地域の人たちにとって貴重な食材である生物として，狩猟動物（game animals），山菜（edible wild plants），野生キノコ（wild mushrooms）を取り上げる．2012年4月1日から使われている食品中の放射性物質の基準値は，放射性Csを測定することで物理学的半減期1年以上の他の放射性核種も考慮した，生涯食べ続けても放射線による影響が認められないレベルとして設定されている．これまでに食品モニタリングで測定されている試料の中で，初年度のモニタリングデータには本来使われるべきではないが，この基準値を当てはめた場合の基準値超過数についてとりまとめた（田上，内田，2022）．その結果，2011年はFigure 14に示すように5226件の超過があり，測定したサンプルの15.6%が2012年に設定された基準値を超えていたが，2015年までには1%を下回り，2020年では超過数は133件，0.35%に減っている．超過食品の内訳上位が，上に示した3つの分類の食品であった．

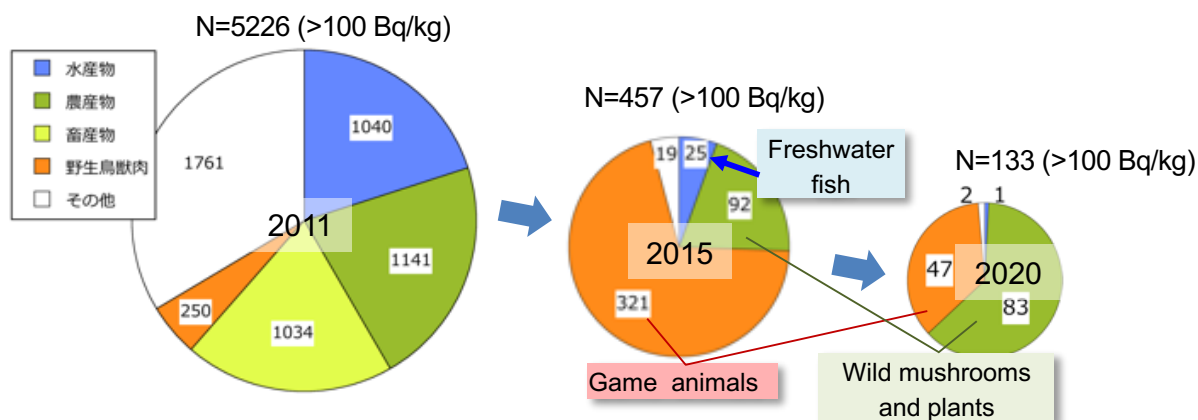


Figure 14. Numbers of samples exceeded 100 Bq/kg (or 10 Bq/kg for drink), and exceeding percentages.

9.1 狩猟動物

野生動物は一定の縄張りの中に留まることは多いものの、森林や草原等では放射性 Cs 濃度が不均一に分布することから、本来は、行動パターン、特に各個体の食性を把握しないと、正確な放射性物質の移行の程度を科学的に論じることは難しい。しかしながら、現実問題として各生物は管理されていない。ここでは、捕獲された場所において、生活していたと考え、Figure 14 に示すように面移行係数を導出している。狩猟動物の肉中濃度は、福島県内の分については県で行っている食品モニタリングデータを用いた。食品モニタリングデータでは捕獲された区域を鳥獣保護区マップから特定可能であり、特定した捕獲域の ^{137}Cs 沈着量は in-situ モニタリングによる実測値を用いることができる。これらの実測データから T_{ag} を導出した。福島県外でも多数の狩猟動物が捕獲されており、そのデータについては、捕獲市町村は特定できること、また原発から離れるほど市町村内の汚染レベルは極端な不均一分布にならないことから、市町村内で取得された土壌中の濃度を用いて T_{ag} データを導出した。

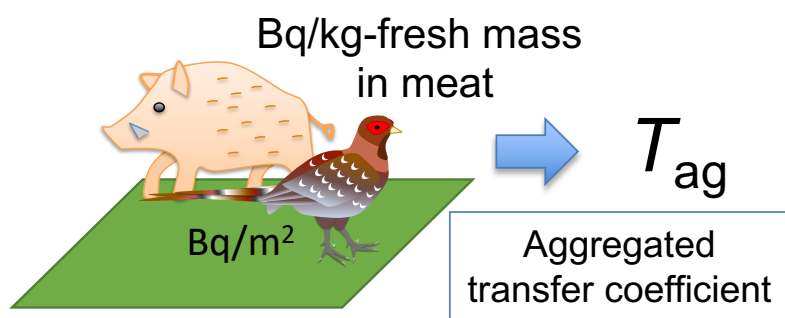


Figure 15 Aggregated transfer factor (T_{ag}) for wild animal meat.

結果を Table 17 に示す。データは筆者らが Tagami et al. (2016) で発表したのちのデータを追加して提供した IAEA Tecdoc 1927 (2020) より抜粋した。実効半減期について 6.4 節で記述したが、事故直後から ^{137}Cs 濃度の減少が遅いのが特徴的である。徐々に森林中においても放射性 Cs の動態が平衡状態に達しつつあることを考慮し、この表では 2014 年と 2015 年のデータのみ記載した。IAEA TRS 472 (2010) と比較すると、イノシシやシカ、キジについては同程度であったが、ヤマドリは T_{ag} が高く、逆にカモ類については低いデータが多い。範囲について、イノシシでは 3-4 桁の違いが見られている。6.4 節ではイノシシ肉中の季節変動について触れたが、生息域に変化がないのに濃度が上下するのは、餌中の ^{137}Cs 濃度に加え、生物自身の代謝活性の季節変動に影響されている可能性が示唆される。

今後このような野生動物への移行について分析を行う際に、土壌中の放射性 Cs 濃度情報を得にくくなっている点が課題である。徐々に in-situ データ取得は行われなくなっていることから、航空機モニタリングデータや走行サーベイの利用の可能性について、きちんと検討を行う必要がある。

Table 17 Aggregated transfer factor (T_{ag} : m^2/kg fresh mass) of ^{137}Cs in game species in Japan

Species or group	Year	N	Geometric mean	Range
Wild boar (<i>Sus scrofa</i>)	2014	546	2.6×10^{-3}	$4.7 \times 10^{-5} - 8.3 \times 10^{-2}$
	2015	612	3.1×10^{-3}	$8.9 \times 10^{-5} - 2.9 \times 10^{-1}$
Wild boar	TRS-472	-	$5 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-1}$	
Sika deer (<i>Cervus nippon</i>)	2014	133	5.9×10^{-3}	$4.6 \times 10^{-4} - 1.2 \times 10^{-1}$
	2015	111	4.7×10^{-3}	$5.2 \times 10^{-4} - 3.7 \times 10^{-2}$
Roe deer	TRS-472	-	$5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-2}$	
Asian black bear (<i>Ursus thibetanus</i>)	2014	205	3.0×10^{-3}	$3.4 \times 10^{-4} - 8.0 \times 10^{-2}$
	2015	66	4.4×10^{-3}	$6.0 \times 10^{-4} - 1.9 \times 10^{-2}$
	TRS-472	-	-	
Copper pheasant (<i>Syrnaticus soemmerringii</i>)	2014	6	1.7×10^{-3}	$6.1 \times 10^{-4} - 1.1 \times 10^{-2}$
	2015	5	1.9×10^{-3}	$1.3 \times 10^{-3} - 4.6 \times 10^{-3}$
Green pheasant (<i>Phasianus versicolor</i>)	2014	6	3.3×10^{-4}	$1.2 \times 10^{-4} - 8.6 \times 10^{-4}$
	2015	4	1.0×10^{-4}	$5.4 \times 10^{-5} - 4.2 \times 10^{-4}$
Pheasant	TRS-472	-	3×10^{-4}	
Duck (<i>Anas zonorhyncha</i> , and <i>Anas platyrhynchos</i>)	2014	14	2.8×10^{-4}	$7.4 \times 10^{-5} - 1.8 \times 10^{-3}$
	2015	10	2.4×10^{-4}	$3.3 \times 10^{-5} - 7.7 \times 10^{-4}$
Waterfowl	TRS-472	-	$2 \times 10^{-3} - 1.3 \times 10^{-2}$	

9.2 山菜

春に新芽を食用として使うことが多い山菜であるが、放射性 Cs の濃度が基準値を超えるケースがあり、特にウコギ科のコシアブラ（Koshiabura）は、濃度が高くなる山菜としてよく知られるようになった。同じウコギ科のタラノキ（Fatsia sprout）は、タラの芽という名前の山菜として知られているが、コシアブラほどは濃度が高くなっていない点は興味深い。新芽に濃度が高くなる理由として、4 章の転流でも記載したように、Cs は植物の必須元素であるカリウムの動きにほぼ付随することが挙げられる。カリウムは生長点において使われる金属イオンであり、そのため活発に分裂・生長する新芽へ移動する。その結果としてカリウムの同族元素である放射性 Cs の濃度が高くなることが想定される。

Figure 16 の右上には 1 本のサクラ（樹齢 50 年ほど、樹高約 10 m）を対象に、木の幹から高さ 2 m までに直接出芽したものと、樹冠に出芽したものについて、4 月から落葉直前の 10 月まで葉を適時採取し、Ge 半導体検出機で ^{137}Cs と ^{40}K を測定した結果をグラフに示した。 ^{137}Cs と ^{40}K の濃度は樹冠葉では 4 月に最も高く、葉が成熟するにつれて濃度が下がる傾向にあった。特に ^{137}Cs は顕著に低下した。一方、幹から直接出芽した場合、 ^{137}Cs と ^{40}K 濃度はほぼ一定に保たれた後、10 月にやや低下した。Figure 16 の左図に示すように、カリウムは根や幹に保持されたものに加え、経根吸収されるため、根に近い部分、すなわち幹からの出芽した葉で濃度が高く維持され、樹冠に行くほど濃度がやや低くなったが、大きな差になっていない。セシウムの場合、樹冠葉の濃度が明らかに低く、幹下部から上部への Cs の移動が少なく、また根からの吸収が少ないと考えられた（田上、内田、2014）。落葉直前には葉から樹体に K と Cs が一部転流し、再び春には樹体に保持された K と Cs が使われることになる。

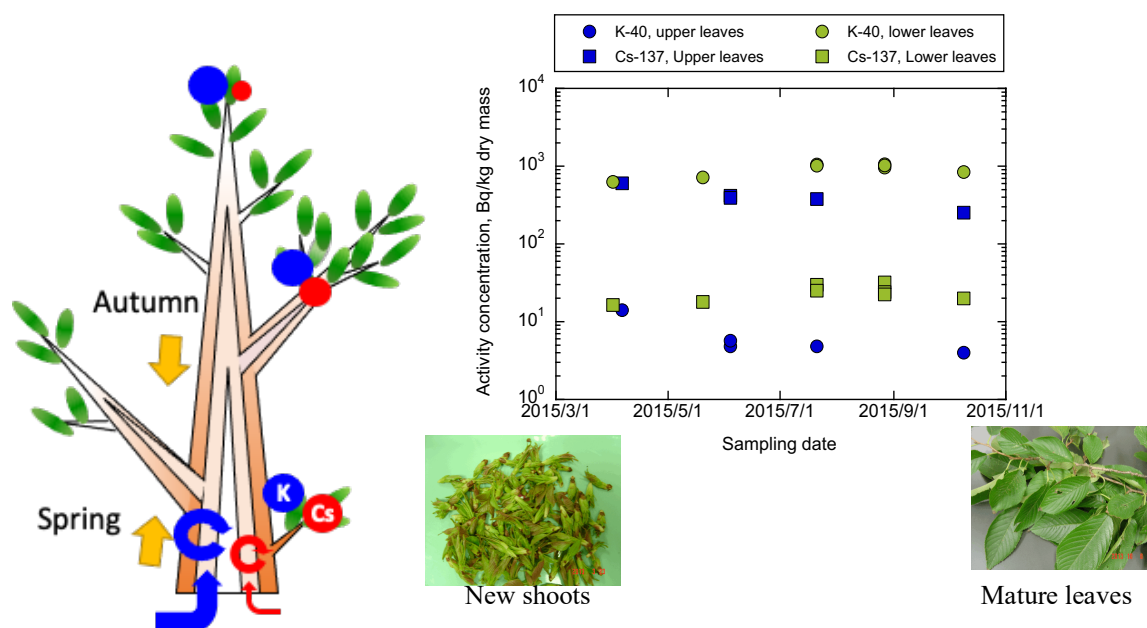


Figure 16. Caesium and potassium transfer in Someiyoshino Cherry and concentration change in leaves collected from upper and lower part of the tree.

山菜への放射性 Cs の T_{ag} については, Tagami and Uchida (2017a), 田上ら (2020b) および Takada et al. (2022) において報告しており, その結果を Table 18 に示す. コシアブラ以外の植物は T_{ag} が 10^{-5} から 10^{-4} のオーダーであることがわかる. また, Uchida and Tagami (2018) には草本植物について, マメ科植物の方がイネ科植物よりも経根吸収が高いことを同じフィールドで証明するために, dry base の T_{ag} データを記載した. IAEA TRS-472 (2010) には高地の草地における T_{ag} について 8×10^{-3} の報告がある. IAEA のデータよりも今回のデータの方がやや低いとその理由については, 例えば, 土壌の性質にも依存すると考えられるように, 多くの要因があり明確なことは断定できない. 山菜への移行については, 上述したカリウムの挙動に追随することや土壌の性質の他にも, 植物の性質, 例えば酸性土壌を好む, 根から有機酸を放出する, カリウムを旺盛に吸収する等によって, 土壌中の Cs を多く吸収する可能性がある.

Table 18 Aggregated transfer factor (T_{ag} : m^2/kg FM or DM) of ^{137}Cs in wild plant species

English name	N	T_{ag} (FM)	T_{ag} (DM)*	Ref.
Giant butterbur	17	1.6×10^{-4}		Tagami and Uchida, 2017
Knotweed	5	5.3×10^{-5}		Tagami and Uchida, 2017
Mugwort	7	9.2×10^{-5}		Tagami and Uchida, 2017
<i>Five species</i>	4	$1.4 \times 10^{-4} - 7.0 \times 10^{-4}$		Tagami and Uchida, 2017
Koshiabura	16	7.3×10^{-3}		田上ら 2020b
	22	5.2×10^{-3}		Takada et al., 2022
Fatsia sprout	9	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-2}	田上ら 2020b
	115	4.3×10^{-4}	4.4×10^{-3}	Takada et al., 2022
Bamboo shoots	78	5.1×10^{-4}	5.5×10^{-3}	田上ら 2020b
	2170	3.9×10^{-4}	4.2×10^{-3}	Takada et al., 2022
Giant butterbur	3	1.4×10^{-4}	3.3×10^{-3}	田上ら 2020b
	69	6.1×10^{-5}	1.4×10^{-3}	Takada et al., 2022
Japanese royal fern	24	4.2×10^{-4}	4.6×10^{-3}	Takada et al., 2022
<i>Uwabamisou</i>	69	3.6×10^{-4}		Takada et al., 2022
<i>Momijigasa</i>	40	2.5×10^{-4}		Takada et al., 2022
Ostrich fern	52	2.0×10^{-4}	2.2×10^{-3}	Takada et al., 2022
Western bracken fern	329	1.9×10^{-4}	2.6×10^{-3}	Takada et al., 2022
<i>Udo</i>	40	1.1×10^{-4}	2.0×10^{-3}	Takada et al., 2022
Red clover	11		1.1×10^{-3}	Uchida and Tagami, 2018
Narrow-leaved vetch	7		9.5×10^{-4}	Uchida and Tagami, 2018
Poaceae family	10		3.6×10^{-4}	Uchida and Tagami, 2018
Grassland vegetation	13		8×10^{-3}	IAEA TRS 472

*Numbers in italic were calculated using Food composition database (<https://fooddb.mext.go.jp/>)

9.3 野生キノコ

一般にマーケットで消費されるキノコは、栽培キノコがほとんどである。放射性 Cs のキノコへの移行のしやすさは以前から指摘されており、したがって栽培キノコの培地が管理されている。その努力が功を奏して、室内室外栽培であっても、基準値を超える栽培キノコはほとんど報告されていない (Tagami et al., 2017)。現在のところ、原木栽培シイタケについては、原木を供給してきた福島県の山林で出荷が止まった状況であり、被災地の復興を促進するためにも原木が出荷できるようにすることが重要であるが、これは樹木の汚染を低減し、かつそれを維持する方法を開発する必要がある、森林総合研究所で研究が進められている (e.g., Komatsu et al., 2017; Hashimoto et al., 2020; Komatsu et al., 2021)。

野生キノコについては、残念ながら濃度低減対策を行うことは困難である。そこで我々は少しでも被ばくを下げるために活用できないかと考え、放射性 Cs を濃縮しにくいキノコのランキングを示した (田上, 内田, 2017b)。特に汚染が長期に継続することを考え、主にはグローバルフォールアウトでもたらされた ^{137}Cs を使って全国で収集されたデータから判定を行った。その結果を Table 19 に示す。すでにこれまでも示されていた通り、腐生菌 (Saprobic fungi) よりも共生菌 (Mycorrhizal fungi) の方が濃度が高くなっている。Figure 17 に示すように、腐生菌は落ち葉等を分解してエネルギーを得ているが、共生菌は植物根に入り込み光合成産物を受ける代わりに養分を土壌から吸収し植物に渡している。共生菌のこのような土壌からの養分吸収能が放射性 Cs を濃縮するメカニズムの一つと考えられる。

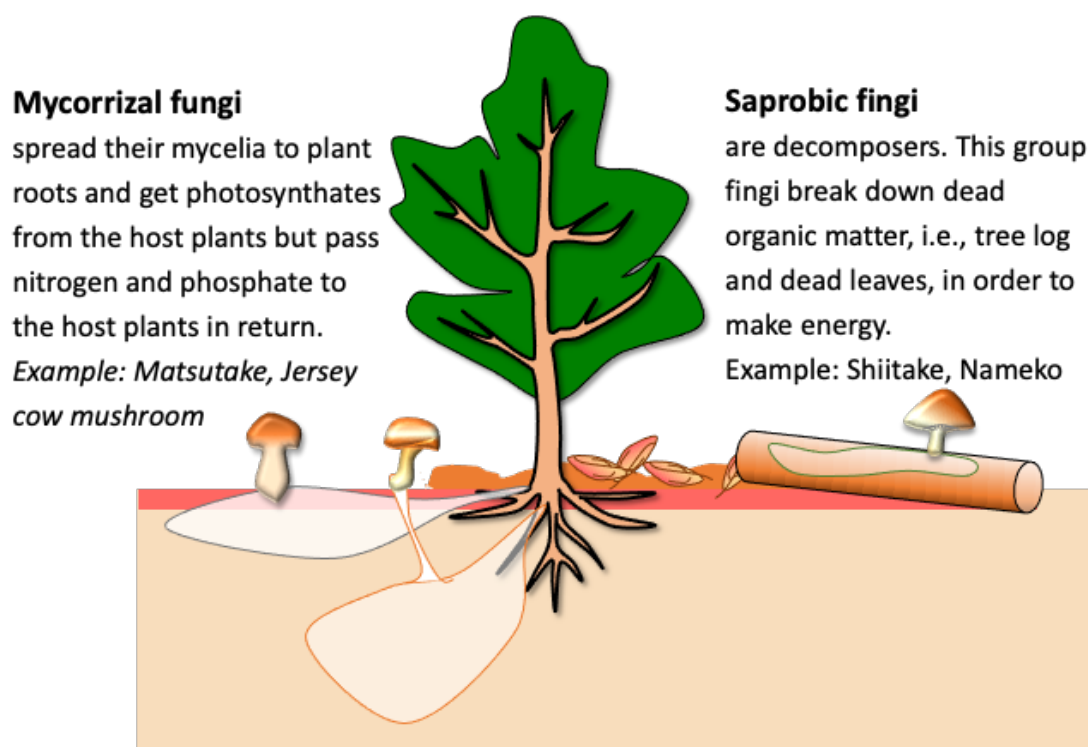


Figure 17. Schematic of mushroom connection to forest trees.

Table 19 Ranking of less radiocaesium concentration mushroom species based on geometric mean of global fallout origin ^{137}Cs concentrations in mushrooms (Data from Tagami and Uchida 2017b)

Order	Japanese name	Scientific name	Type*	GM of Cs_{ess} $\text{Bq kg}^{-1}\text{-fresh}$
1	ハタケシメジ	<i>Lyophyllum decastes</i>	M/S	0.01
2	ヒラタケ	<i>Pleurotus ostreatus</i>	S	0.03
3	トンビマイタケ	<i>Meripilus giganteus</i>	S	0.04
4	オオイチョウタケ	<i>Leucopaxillus giganteus</i>	S	0.05
5	ブナハリタケ	<i>Mycoleptodonoides aitchisonii</i>	S	0.07
5	ナラタケモドキ	<i>Armillaria tabescens</i>	S	0.07
7	ナラタケ	<i>Armillaria mellea</i>	S	0.11
7	マイタケ	<i>Grifola frondosa</i>	S	0.11
9	コガネタケ	<i>Phaeolepiota aurea</i>	S	0.12
10	クリタケ	<i>Naematoloma sublateralitium</i>	S	0.15
11	ムキタケ	<i>Sarcomyxa serotina</i>	S	0.15
12	ナメコ	<i>Pholiota nameko</i>	S	0.16
13	マスタケ	<i>Laetiporus cremeiporus</i>	S	0.17
14	ヌメリスギタケモドキ	<i>Pholiota aurivella</i>	S	0.20
15	ウスヒラタケ	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	S	0.21
16	マツタケ	<i>Tricholoma matsutake</i>	M	0.22
16	シャカシメジ	<i>Lyophyllum fumosum</i>	M	0.22
18	カヤタケ	<i>Clitocybe gibba</i>	S	0.28
19	ムラサキシメジ	<i>Lepista nuda</i>	S	0.47
20	ハツタケ	<i>Lactarius hatsudake</i>	M	0.50
21	クリフウセンタケ	<i>Cortinarius tenuipes</i>	M	0.56
22	ヤマドリタケモドキ	<i>Boletus reticulatus</i>	M	0.60
23	シイタケ	<i>Lentinula edodes</i>	S	0.63
24	ハナイグチ	<i>Suillus grevillei</i>	M	0.67
25	ヌメリイグチ	<i>Suillus luteus</i>	M	0.76
26	アミタケ	<i>Suillus bovinus</i>	M	1.1
27	ウラベニホテイシメジ	<i>Entoloma sarcopum</i>	M	1.2
28	チャナメツムタケ	<i>Pholiota lubrica</i>	S	2.5
29	チチタケ	<i>Lactarius volemus</i>	M	2.6
30	ホウキタケ	<i>Ramaria botrytis</i>	M	3.7
31	タマゴタケ	<i>Amanita hemibapha</i>	M	6.5
32	アカヤマドリ	<i>Leccinum extremiorientale</i>	M	6.6
33	ムレオオフウセンタケ	<i>Cortinarius praestans</i>	M	10.1
34	シモフリシメジ	<i>Tricholoma portentosum</i>	M	10.5
35	アカモミタケ	<i>Lactarius laeticolorus</i>	M	11.6
36	サクラシメジ	<i>Hygrophorus russula</i>	M	12.4
37	アンズタケ	<i>Cantharellus cibarius</i>	M	14.4
38	チチアワタケ	<i>Suillus granulatus</i>	M	14.7
39	ヤマイグチ	<i>Leccinum scabrum</i>	M	16.6
40	クロカワ	<i>Boletopsis leucomelas</i>	M	17.8
41	キハツタケ	<i>Lactarius flavidulus</i>	M	26.1
42	ショウゲンジ	<i>Rozites caperata</i>	M	29.6
43	コウタケ	<i>Sarcodon aspratus</i>	M	34.6

* M shows mycorrhizal fungi and S shows saprobic fungi.

濃度が低いキノコのランキングがわかることで、高濃度の野生キノコを食べるリスクを減らせる。しかし、福島第一原発事故後においては、汚染レベルが一樣ではないので、移行パラメータとしてデータを整備することで、ある地域で採取されるキノコの濃度を予測することができるようになる。 T_{ag} についての取りまとめは、Komatsu et al. (2019)が T_{eff} 計算も加えて詳細に求めている。我々は将来を見据えて、放射性 Cs の森林内での動きが安定してきた事故後 5 年目以降の 2016-2019 年のデータに限定して T_{ag} を求め Table 20 に示した (Tagami et al., 2021a)。その結果を福島事故以前のキノコの T_{ag} と比較したところ、事故前後で数倍以内の差であったこと、また、Komatsu et al. (2019) の解析結果と T_{ag} が同程度の数値となっていたことから、この値は日本の環境下で適切に利用できると考えられる。

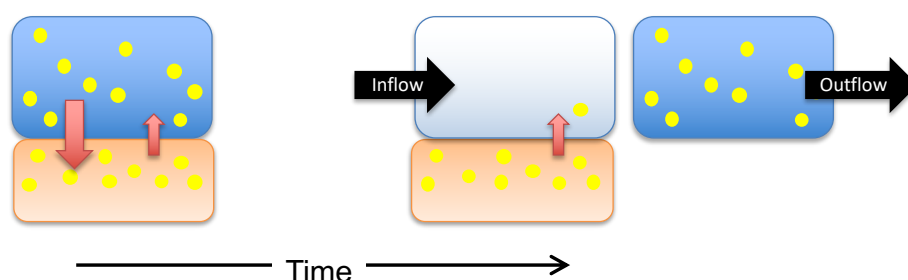
Table 20 Comparison of the T_{ag} ($m^2 \text{ kg}^{-1}$ FM) data before and after the Fukushima accident

Scientific name	Type*	GM Before FDNPS accident	GM [#] 2016-2020 (This study)	Before/After the FDNPS accident
<i>Armillaria mellea</i>	S	8.0×10^{-3}	2.4×10^{-3}	3.3
<i>Boletopsis leucomelas</i>	M	1.8×10^{-2}	8.8×10^{-3}	2.0
<i>Cortinarius caperatus</i>	M	2.7×10^{-2}	3.6×10^{-2}	0.7
<i>Cortinarius praestans</i>	M	1.1×10^{-2}	9.8×10^{-3}	1.1
<i>Entoloma sarcopum</i>	M	1.1×10^{-2}	2.9×10^{-3}	3.8
<i>Hygrophorus russula</i>	M	1.8×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.0
<i>Hypholoma lateritium</i>	S	6.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.9
<i>Lactarius deliciosus</i>	M	1.7×10^{-2}	4.9×10^{-2}	0.3
<i>Lactarius hatsudake</i>	M	3.2×10^{-3}	5.3×10^{-3}	0.6
<i>Lactarius volemus</i>	M	3.0×10^{-2}	4.9×10^{-3}	6.2
<i>Lentinula edodes</i>	S	1.1×10^{-3}	5.6×10^{-3}	0.2
<i>Mycoleptodonoides aitchisonii</i>	S	8.0×10^{-3}	2.7×10^{-3}	3.0
<i>Pholiota lubrica</i>	S	1.2×10^{-2}	7.9×10^{-3}	1.5
<i>Pholiota microspora</i>	S	5.1×10^{-3}	2.3×10^{-3}	2.2
<i>Ramaria botrytis</i>	M	8.0×10^{-3}	4.6×10^{-3}	1.7
<i>Sarcodon aspratus</i>	M	4.8×10^{-2}	1.7×10^{-2}	2.8
<i>Sarcomyxa edulis</i>	S	5.6×10^{-3}	1.6×10^{-3}	3.5
<i>Suillus bovinus</i>	M	4.9×10^{-3}	4.6×10^{-3}	1.1
<i>Suillus grevillei</i>	M	1.0×10^{-2}	3.8×10^{-3}	2.7
<i>Suillus luteus</i>	M	3.5×10^{-3}	8.9×10^{-3}	0.4
<i>Tricholoma matsutake</i>	M	1.0×10^{-2}	3.8×10^{-3}	7.2
<i>Tricholoma portentosum</i>	M	6.1×10^{-2}	8.9×10^{-3}	7.2

*Type of mushrooms: M, mycorrhizal mushroom; S, saprobic mushroom.

10 堆積物-水間分配係数 (Sediment-water distribution coefficient, K_d)

河川や湖沼などの淡水系および海洋においては、底に沈澱している堆積物と水が常に接触している。この条件下において、下図の左に示すイメージのように、環境水が放射性 Cs で汚染されると、水から堆積物に放射性 Cs が移行する。その後、水が入れ替わって水中の放射性 Cs 濃度が減少すると（下図右側）、堆積物から再び水に溶出することになる。しかし、その溶出速度は遅く、また溶出量も極めて少ないため、見かけ上環境中においては堆積物中の放射性 Cs 濃度が高く、 K_d (L/kg) は高い状態が続くことになる。 K_d の定義に関しては 5 章の (7) 式を参照していただきたい。



環境水と固相（堆積物または懸濁物質 [SS]）が混合された状態で、放射性物質が固相に吸脱着することで K_d 値が得られる。実験室条件下のバッチ実験では液相や固相を入れ替えないため、十分に平衡に達した条件における K_d を得ることができる。一方、実際の環境下においては環境水と固相が常に入れ替わっており、かつ環境水の方が入れ替わりが早い。そのような条件下において元素の動きは完全な平衡にはならないものの、動的平衡の状態にあると考え、環境水と固相（堆積物または SS）を同時期に採取し、その濃度比を取ることで K_d を導出できる。これは見かけの K_d (apparent K_d) と呼ばれることもある。

10.1 淡水環境

淡水環境における K_d は、懸濁物質（SS）もしくは河底や湖底堆積物中の放射性物質濃度と水中の濃度との比で求められる。我が国では河川水等の流水は透明度が高く、SS が少ないことから水のモニタリングは全量で行われており、現在も水の濁りが少ない平水時を選んで水を採取している。ちなみに洪水時は SS が河川水中の放射性 Cs の重要なフラクションとなる（Takata et al., 2020）。福島原発事故後の詳細な検討によって、全量に対し、SS に含まれる放射性 Cs の割合が影響していることがわかってきたことから、ろ過により可溶性成分と SS 中の放射性 Cs 濃度が報告されているものが多くある。このようなデータを使って SS の K_d 値が報告されている。IAEA Tecdoc 1927（2020）に報告されている SS の K_d 値は 10^4 - 10^5 オーダーである。

Figure 18 には、環境省が「福島県及び周辺都県の公共用水域における放射性物質モニタリング」の一環として行う調査（https://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html）において阿武隈川流域について、採取位置および採取日が一致している水と堆積物を用いて K_d を導出しプロットした結果である。事故から 10 年経過してもなお、 K_d に大きな変化は見られず、年毎の K_d の ANOVA テストを行ったところ各年の間に有意差はなかった。全 K_d データの幾何平均値は 1.66×10^4 L/kg であったが、河川によって傾向が違ふと考えられる。例えば SS や電気伝導度が変わることで K_d 値が変化することが報告されている（IAEA Tecdoc 1927）。

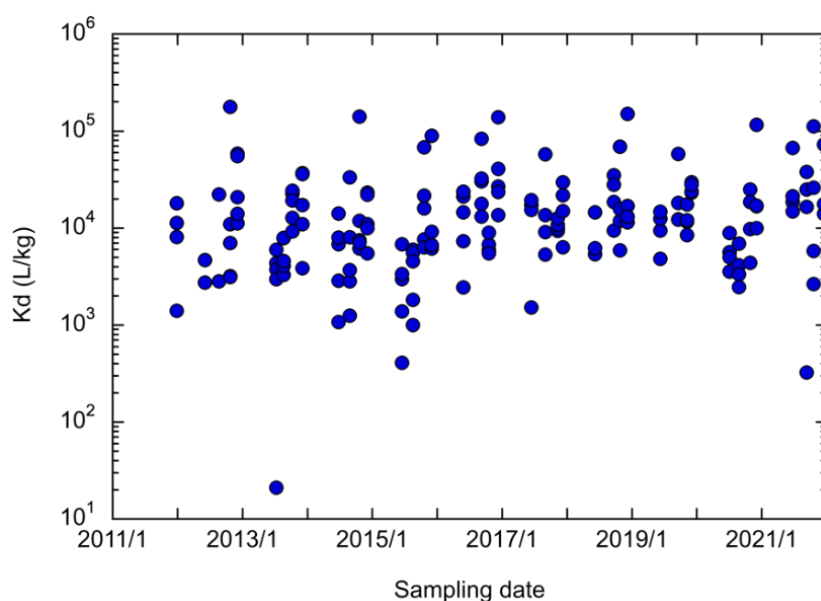


Figure 18. Apparent water-sediment distribution coefficients change with time in Abukuma River. ^{137}Cs data in water and sediment from MOE (https://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html).

10.2 海水環境

福島第一原発事故以前の環境モニタリングデータ（原子力規制庁 環境放射線データベース, <https://kankyo-hoshano.go.jp/data/database/>）を使って、グローバルフォールアウト ^{137}Cs の K_d をまとめた（Uchida and Tagami, 2017）. 1971 - 1982 年において K_d が徐々に上昇する傾向があったが、有意差は見られていない（田上, 内田, 2013b）. Uchida and Tagami（2017）から ^{137}Cs に関する K_d を Table 21 に示す. 2011 年以降に福島県沖で観測された K_d については Tecdoc 1927 にも記載されているように時間の経過とともに 2013 年までは徐々に上昇し、その後 2015 年までは減少し、2019 年時点ではほぼ増減がない.

福島沖海域の T-1, T-2-1, T-3 および T-4 測点において採取された堆積物と海水の採取時期は必ずしも一致していないことに加え、2012 年以降は同じ採取年でも、測定値に 1 桁程度の変動が見られたことから、それぞれモデルフィッティングを行い、 K_d を導出した. 4 測点の結果のみであるが、事故から 3 年間のデータの推移を同じく Table 21 に示した. 2013 年の K_d は 2000-2010 年と同程度であった. これを安定 Cs の K_d と比べると安定 Cs による K_d は 3 倍高いことがわかった. 安定 Cs は鉱物結晶構造中に捕捉されて溶出しにくいことが、違いが生じた要因だと考えられる.

Table 21 K_d values (L/kg) of Cs in marine environment

Origin of Cs	Year	N	Geometric mean	Range
Global fallout	1964 - 1969	80	6.8×10^2	$8.0 \times 10^1 - 5.5 \times 10^3$
Global fallout	1970 - 1979	445	3.3×10^2	$4.6 \times 10^1 - 4.0 \times 10^3$
Global fallout	1980 - 1989	352	3.5×10^2	$4.0 \times 10^1 - 4.6 \times 10^3$
Global fallout	1990 - 1999	313	4.9×10^2	$1.3 \times 10^1 - 3.9 \times 10^3$
Global fallout	2000 - 2010	316	5.8×10^2	$2.7 \times 10^1 - 4.2 \times 10^3$
Fukushima accident	2011	4	3.2×10^2	$2.0 \times 10^2 - 7.1 \times 10^2$
Fukushima accident	2012	4	4.1×10^2	$3.3 \times 10^2 - 5.7 \times 10^2$
Fukushima accident	2013	4	5.3×10^2	$2.9 \times 10^2 - 9.2 \times 10^2$
Stable Cs		383	1.6×10^3	$2.1 \times 10^1 - 1.0 \times 10^5$

11 水—水生生物濃縮係数（Water-aquatic biota concentration ratio, CR）

平衡時において水—水生生物濃縮係数を用いれば、水の濃度によって水生生物中濃度がわかることから、水—水生生物濃縮係数は魚介類を食べることによる汚染を推定する上で有効である。水—水生生物濃縮係数（CR, L/kg FM）は次式で表される。

$$CR = A_{\text{biota}} / A_{\text{liquid}} \quad (16)$$

A_{biota} は水生生物中の放射性 Cs 濃度（Bq/kg FM）， A_{liquid} （Bq/L）はその生物が生活する水中の放射性 Cs 濃度であり、ろ過したものをを用いることが多いが、日本の河川水は SS が少ない事から、ろ過を行わず懸濁物若干含んで評価されることもある。

福島第一原発事故以前は魚介類への放射性 Cs の濃縮係数は、コイやフナに対して 92-1200 が報告されている（原子力環境整備センター，1992）。また、環境放射能調査データから収集したデータを解析した結果を取りまとめた（Tagami and Uchida, 2011b）。全魚体に対するデータについては Tagami and Uchida（2013c）に報告した。Table 22 にデータを抜粋して示す。海水魚よりも淡水魚の方が CR が 1 桁近く高い。海水魚は浮魚（Pelagic fish）でも底魚（Benthic fish）でも CR は約 30 L/kg FM であった。

Table 22 Concentration ratio of radiocaesium from water to fish before the Fukushima accident

Area	Species or type of fish	Tissue	N	Geometric mean	Range	Ref*
Freshwater	Crucian carp	Muscle	12	2.1×10^2	$5.6 \times 10^1 - 7.0 \times 10^2$	T1
Freshwater	Common carp	Muscle	5	2.4×10^2	$3.1 \times 10^1 - 8.4 \times 10^2$	T1
Freshwater	Japanese bitterling	Muscle	3	7.8×10^1	$5.9 \times 10^1 - 1.2 \times 10^2$	T1
Marine	Greenling	Muscle	2	4.0×10^1	$3.0 \times 10^1 - 5.3 \times 10^1$	T1
Marine	Japanese seaperch	Muscle	25	6.6×10^1	$1.8 \times 10^1 - 4.8 \times 10^2$	T1
Marine	Pelagic fish	Whole	13	3.0×10^1	$4.4 \times 10^0 - 6.9 \times 10^1$	T2
Marine	Bastard halibut	Muscle	14	4.1×10^1	$1.9 \times 10^1 - 9.6 \times 10^1$	T1
Marine	Brown sole	Muscle	9	4.8×10^1	$3.0 \times 10^1 - 8.7 \times 10^1$	T1
Marine	Benthic fish	Whole	5	3.3×10^1	$1.5 \times 10^1 - 5.6 \times 10^1$	T2

*T1: Tagami and Uchida, 2011b, T2: Tagami and Uchida 2013c

第6章の実効半減期の項目でも述べたように、環境中では生態系において対象としている生物がどのような食性をもっているのかによって汚染後の濃度の変化は影響を受ける。Figure 19に示すように、水から大型および小型藻類が光合成によって生長し、それを食べる生物が餌と水を介して、さらに餌とする高次の生物に移行していく。さらに生物が死んだのちはその生物遺体を食べる生物に移行し、分解されていく。このような食物連載の中において元素が循環しているが、見かけ上は濃度があまり変化していないように見える。CRは水と水生生物中の濃度比という形で移行を表しているが、生態系での物質循環の結果として見る事ができる。

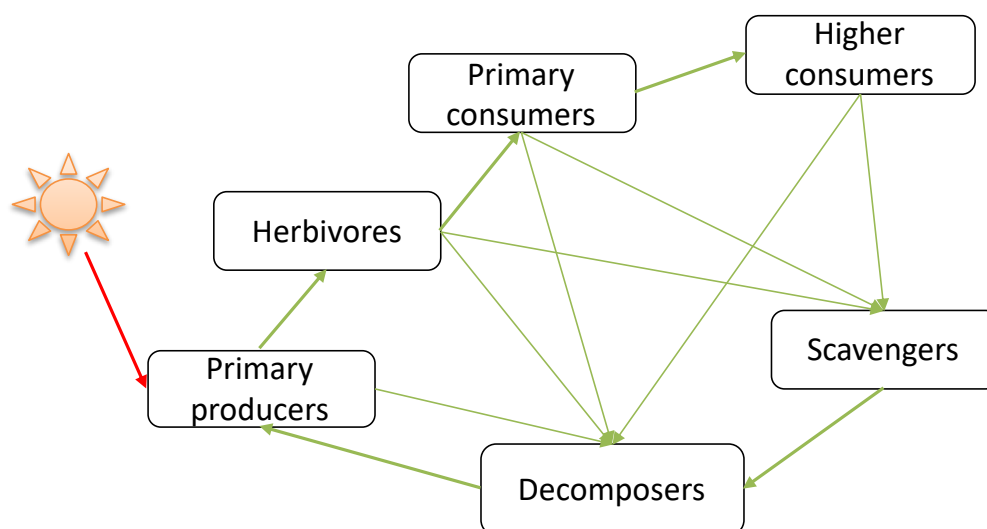


Figure 19. Cycle of radiocaesium transfer in ecosystems (green lines).

福島第一原発事故以降のCRデータについては、環境省の水生生物放射性物質モニタリング (https://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html) から水生生物の採取時期と水の採取時期が1週間以内であるものを限定し、水—生物セットを作成してCRを求めた。同様の手法を使って、放射性ストロンチウムに関するデータも収集し、約8000データを報告・公開している (Tagami et al., 2021b)。なお、このモニタリングでは食用部位ではなく、胃内容物を除く全身を測定対象としている。淡水魚についてはIshii et al. (2021) が筋肉部位が最も¹³⁷Cs濃度が高いと示しており、したがって、可食部への移行という観点からは、今回報告する全体に対する値は、やや低めであることに注意が必要である。なおTable 20の海水魚のデータでも、全身のCRデータの方が、各魚類の筋肉部位のCRデータよりも低めの値であった。

以下の節では、食用の水生生物についてのデータを示す。今後、環境防護も課題になってくると考えると、可食部のみならず生物そのものへの影響を評価するためにも、全身への移行について検討しておく必要がある。例えばTagami et al. (2018b) ではカエル全身への放射性Csの移行結果を報告している。

11.1 淡水-水生生物濃縮係数 (Concentration ratio from freshwater to biota, CR)

淡水系においては藻やプランクトンなどを食べる生物から、上位の肉食生物に移行するにあたって濃縮係数が高くなることが知られている (Rowan et al. 1998, Rowan 2013). Figure 20 には福島第一原発事故後の CR の経時変化を参考までに示した. アユ (Ayu) よりも食物連鎖の上位のイワナ (White spotted char) の方や高い値で推移している. アユと雑食性のコイ (Common carp) のデータも含め, 2012 年からのデータに明確な減少は見られず, イワナについても 2015 年以降は減少が明確ではない. したがって, 魚については 2015 年以降のデータをまとめた.

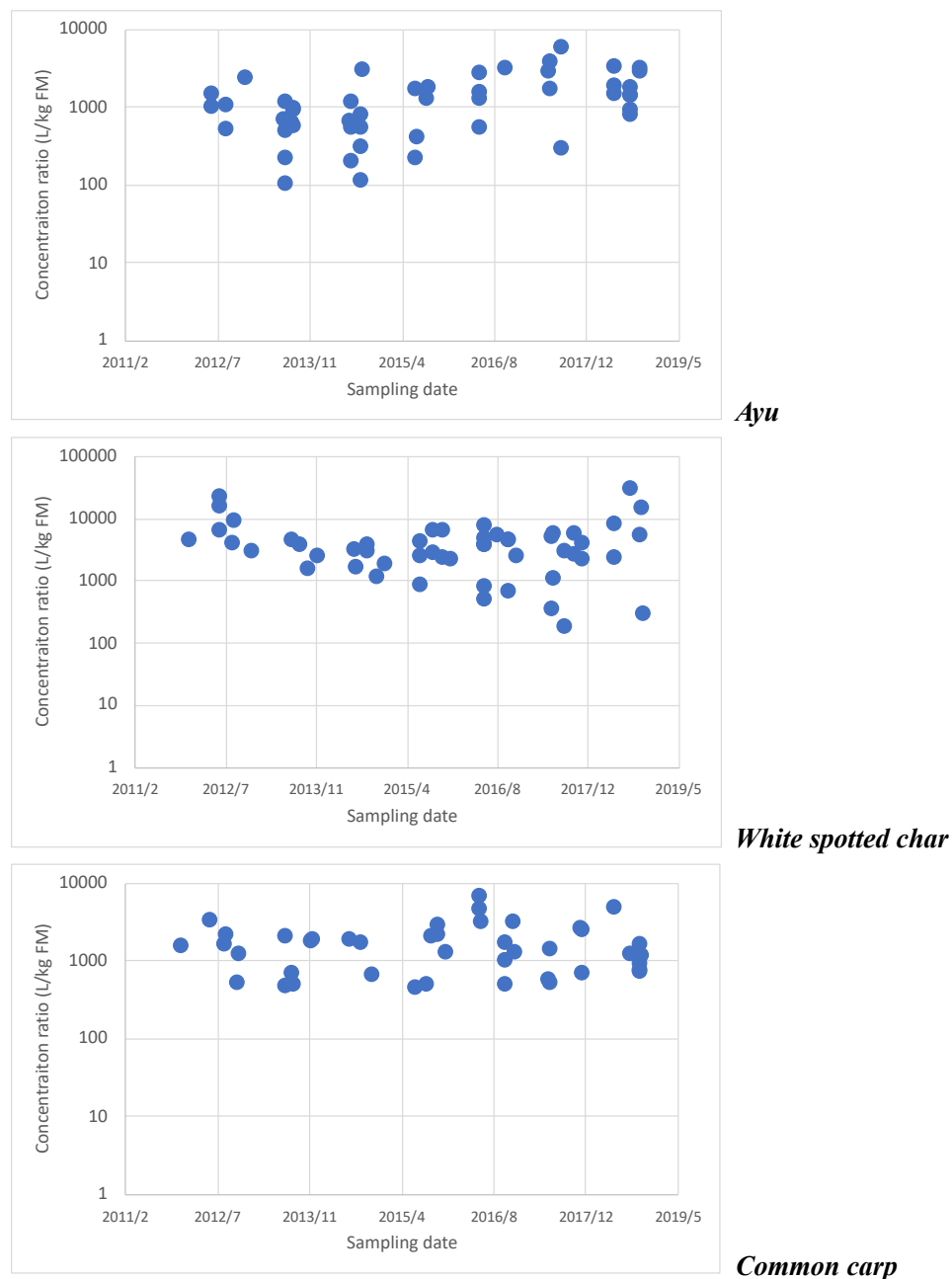


Figure 20. Time dependence of concentration ratio of radiocaesium from freshwater to three fish species.

Table 23 は環境省の水生生物放射性物質モニタリングデータから導出した CR データを使用して取りまとめたものである。表中の魚類は 2015-2018 年のデータであり、また魚以外の食用生物については田上ら（2019）が報告済みのデータである。事故以前からのデータ（Table 22）と比較すると、コイでは時間が経過すると事故以前の CR 値の約 6 倍となっており、その後、やや高い値で推移している。Rawan（2013）は同種類の魚でも、年齢が増加したり大型化するにしたがって、濃縮係数が高まることを示している。アユは年魚であるためその影響が小さいと考えられるが、それでも幾何平均値で 10^3 オーダーとなっていた。淡水魚の CR がこのような高い値で推移するメカニズムについては良く分かっておらず解明する必要がある。

報告した魚類およびその他の淡水魚類の個別データについては Supplemental material の Table S4 に掲載した。

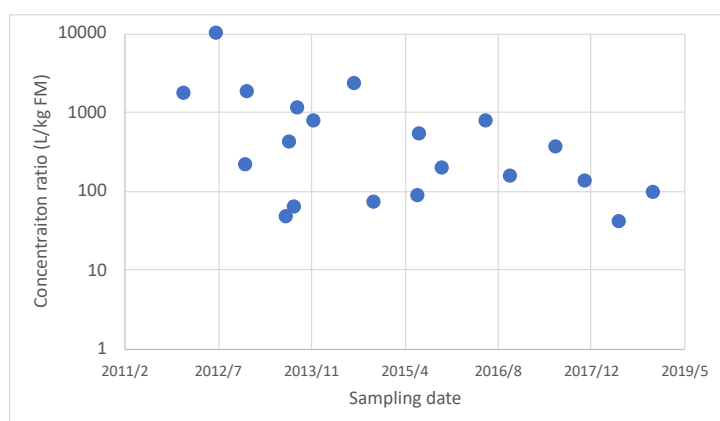
Table 23 Concentration ratios (CR, L/kg FM) of ^{137}Cs in edible freshwater biota species observed after the Fukushima Nuclear Power Plant accident. Calculated using data from the Ministry of the Environment (https://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html)

Group	Scientific name	N	GM	Range
<i>Molluscs</i> -----				
Pond snail	<i>Bellamya japonica</i>	9	1.9×10^2	$4.3 \times 10^1 - 1.3 \times 10^3$
Pond snail	<i>Bellamya chinensis laeta</i>	10	3.0×10^2	$1.2 \times 10^2 - 8.9 \times 10^2$
<i>Crustaceans</i> ----				
Crab	<i>Eriocheir japonica</i>	23	1.3×10^3	$1.9 \times 10^2 - 7.1 \times 10^3$
Shrimp	<i>Procambarus clarkii</i>	21	1.2×10^3	$2.4 \times 10^2 - 5.0 \times 10^3$
Shrimp	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	23	2.1×10^3	$8.5 \times 10^2 - 6.1 \times 10^3$
Shrimp	<i>Palaemon paucidens</i>	12	9.4×10^2	$2.6 \times 10^2 - 1.6 \times 10^3$
<i>Amphibia</i> ----				
Frog (whole)	<i>Rana catesbeiana</i>	5	5.5×10^2	$2.9 \times 10^2 - 7.4 \times 10^2$
Frog (muscle)	<i>Rana catesbeiana</i>	2		$1.7 \times 10^3 - 4.3 \times 10^3$
<i>Fish</i> -----				
White spotted char	<i>Salvelinus leucomaenis leucomaenis</i>	35	2.8×10^3	$1.8 \times 10^2 - 3.0 \times 10^4$
Japanese dace	<i>Tribolodon hakonensis</i>	100	1.4×10^3	$7.0 \times 10^1 - 6.8 \times 10^3$
Ayu	<i>Plecoglossus altivelis</i>	25	1.5×10^3	$2.2 \times 10^2 - 5.9 \times 10^3$
Common carp	<i>Cyprinus carpio</i>	27	1.4×10^3	$4.6 \times 10^2 - 6.7 \times 10^3$
Japanese eel	<i>Anguilla japonica</i>	21	2.5×10^3	$6.5 \times 10^1 - 1.3 \times 10^4$

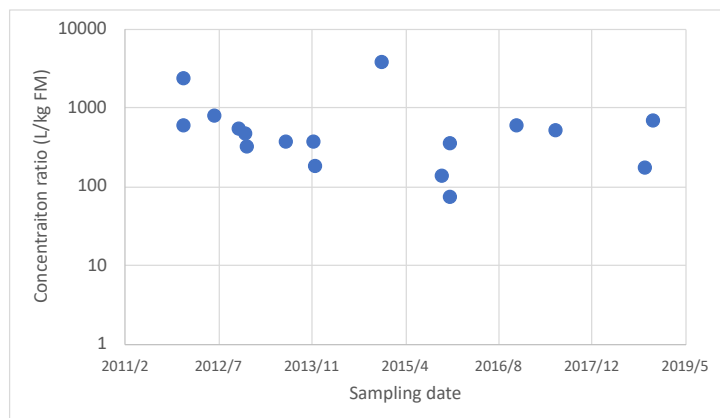
11.2 海水-水生生物濃縮係数 (Concentration ratio from seawater to biota, CR)

海産生物についても同じく環境省の水生生物放射性物質モニタリングデータから CR を導出した。Figure 21 はアイナメ (Greenling), スズキ (Japanese seaperch) およびヒラメ (Bastard halibut) の CR の経時変化である。データが少ない魚種もあるが、おおむね 2015 年までは CR が減少し、その後大きな変化はない。そこで 2015-2018 年のデータを使って Table 24 に CR データをまとめた。魚以外の食用生物については田上ら (2019) が既にまとめているので、引用文献を参照していただきたい。

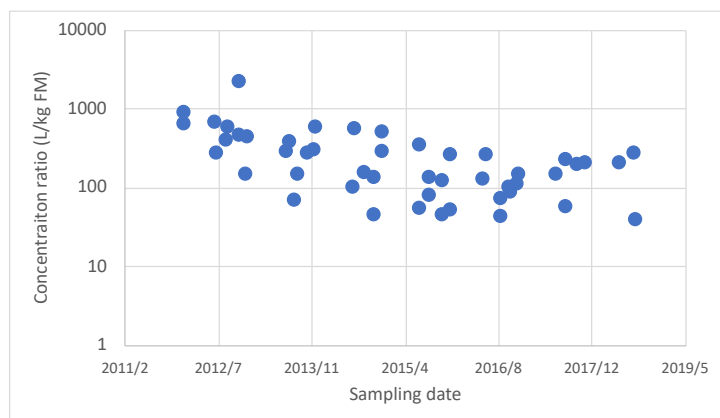
報告した魚類およびその他の食用魚類の個別データについては、Supplemental material の Table S5 に掲載した。



Greenling



Japanese seaperch



Bastard halibut

Figure 21. Time dependence of concentration ratio of radiocaesium from seawater to three fish species.

Table 24 Concentration ratios (CR, L/kg FM) of ^{137}Cs in edible marine biota species observed after the Fukushima Nuclear Power Plant accident. Original data from the Ministry of the Environment (https://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html)

Group	Scientific name	N	Geometric mean	Range
Macroalgae -----				
Brown algae	<i>Eisenia bicyclis</i>	12	1.7×10^2	$6.1 \times 10^1 - 9.4 \times 10^2$
Green algae	<i>Ulva pertusa</i>	12	5.3×10^1	$5.9 \times 10^0 - 3.4 \times 10^2$
Echinodea -----				
Sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	18	2.2×10^2	$1.1 \times 10^1 - 1.0 \times 10^3$
Molluscs excl. cephalopods --				
Saltwater clam	<i>Ruditapes philippinarum</i>	17	8.9×10^1	$1.8 \times 10^1 - 2.3 \times 10^2$
Abalone	<i>Haliotis discus</i>	8	1.4×10^2	$3.8 \times 10^1 - 3.3 \times 10^2$
Oyster	<i>Crassostrea gigas</i>	17	6.2×10^1	$1.8 \times 10^1 - 1.6 \times 10^2$
Cephalopods -----				
Cuttlefish	<i>Sepia sp.</i>	2	4.2×10^1	$1.7 \times 10^1 - 6.7 \times 10^1$
Octopus	<i>Octopus vulgaris</i>	3	5.6×10^1	$4.4 \times 10^1 - 7.6 \times 10^1$
Crustaceans -----				
Crab	<i>Charybdis japonica</i>	3	7.4×10^1	$4.0 \times 10^1 - 1.6 \times 10^2$
Crab	<i>Portunus trituberculatus</i>	16	7.6×10^1	$1.2 \times 10^1 - 3.9 \times 10^2$
Crab	<i>Eriocheir japonica</i>	4	3.1×10^2	$1.3 \times 10^2 - 4.8 \times 10^2$
Shrimp	<i>Palaemon paucidens</i>	6	8.7×10^1	$3.4 \times 10^1 - 3.0 \times 10^2$
Fish -----				
Greenling	<i>Hexagrammos otakii</i>	9	1.8×10^2	$4.0 \times 10^1 - 7.6 \times 10^2$
Japanese seaperch	<i>Lateolabrax japonicus</i>	7	2.7×10^2	$7.2 \times 10^1 - 6.7 \times 10^2$
Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	24	1.1×10^2	$3.8 \times 10^1 - 3.4 \times 10^2$
Ocellate spot skate	<i>Okamejei kenojei</i>	15	7.2×10^2	$8.6 \times 10^1 - 3.0 \times 10^3$

12 調理加工 (Food processing)

原発事故直後から我々は様々な食材を対象に調理加工により除去できる放射性核種量を明らかにする実験を行ってきた。その除去率データの多くは、他の研究者たちのデータと共にすでに原子力環境整備促進・資金管理センターの技術報告書として公表した（原環センター，2013）。そのため本報告では詳細について記載しないが、除去率は食品や料理・加工法により異なるため、それぞれの国や地域によりデータを収集することが望ましい。以下に、我々が取得した主に植物（農作物を含む）に関するデータについて簡単に紹介する。なお、2018 年までの詳細なデータは Supplemental material の Table S6 に全て記載した。

玄米を精米することによる放射性 Cs 除去については、穀粒中において放射性 Cs の分布が不均一なので、比較的汚染が高い部位（玄米の場合糠層）を除去することが除染につながる（田上，内田 2012）。果物については、2011 年は果皮が直接汚染している可能性があり、その場合には除去することで被ばく低減につながる可能性がある。食用適期に採取されたデータを主な対象として、果物の果皮に対する果肉中の放射性 Cs の濃度比（生重ベースでの比）を Table 25 にまとめた。アマナツミカン、カキ（Persimmon）、ビワ（Loquat）はすべて、2011 年の濃度比に比べて 2012-2017 年の濃度比の方が果肉中の濃度が高くなっていた。これは果皮が汚染していたことにも影響されるかもしれないが、2011 年と 2012-2017 年のデータは大きな差がないことから、果皮を経由して吸収された放射性 Cs が果肉へ移行した可能性も考えられる。2012 年以降のデータでも引き続き果皮よりも果肉の方が濃度が低くなっていることから、果皮を除くことで多少取り込む量を減らせる。しかし、果実に対する果皮の占める割合はごくわずかなので、大きな被ばく低減は期待できない。

Table 25 Radiocaesium activity concentration ratios of pulp/pericarp of three tree fruit species.

English name	Year	N	Geometric mean	Range
<i>Citrus natsudaidai</i> (Amanatsumikan)	2011 ^{*1}	(2) ^{*2}	0.41	0.35 – 0.47
<i>Citrus natsudaidai</i> (Amanatsumikan)	2012-2017	4	0.51	0.46 – 0.54
Persimmon	2011	2 ^{*2}	0.47	0.37 – 0.57
Persimmon	2012-2017	9	0.64	0.31 – 0.91
Loquat	2011	2 ^{*2}	0.48	0.43 – 0.53
Loquat	2012-2017	10	0.60	0.38 – 0.77

^{*1} Sample was not edible condition (immature). ^{*2} Arithmetic mean

野草の 2012-2018 年のデータを用いて、洗浄／生の濃度比と茹で／洗浄の濃度比を Table 26 にまとめた。2011 年 3 月 28 日に計測した際には洗浄／生は 0.5-1.0 だったが、2012-2018 年の幾何平均値で 0.8 以上となり、また茹でることによる効果は 2011 年 3 月 28 日のデータでは 0.15-1.0 とバラついたが、2012-2018 年のデータでは幾何平均値で 0.4 – 0.7 であった。事故直後に採取された農作物試料では、表面沈着が卓越していたため、洗浄や茹でることにより放射性核種 (^{131}I , ^{132}Te , 放射性 Cs) がある程度除去できた (田上, 内田 2012b)。しかし、表面沈着したものが転流などによって可食部に移動した場合や、経根吸収によって植物体内に取り込まれた場合には、放射性 Cs については、洗浄ではほとんど除去することができない (Tagami and Uchida, 2013a)。タケノコやフキなどの厚みのある食品を茹でる場合には、除去があまり期待できず、葉などの組織が柔らかい部位を茹でる場合には、現在でも放射性 Cs 濃度を半減させることができることがわかった。野草の一つであるツクシ (Field horsetail) については、一部データを報告している (田上, 内田, 2012c)。また多くのデータは IAEA Tecdoc 1927 (2020) にも報告した。

Table 26 Concentration ratio (fresh mass basis) of radiocaesium in edible wild plants after and before washing, and after and before boiling. Sample were collected in 2012-2018

Treatment	English name	N	Geometric mean	Range
Wash / Raw	Knotweed	4	0.91	0.73 – 1.0
Wash / Raw	Giant butterbur, petiole	17	0.83	0.45 – 1.0
Wash / Raw	Giant butterbur, leaf blade	20	0.86	0.58 – 1.0
Wash / Raw	Mugwort	13	0.89	0.60 – 1.0
Boil / Wash	Bamboo shoot	9	0.74	0.65 – 1.0
Boil / Wash	Giant butterbur, petiole	10	0.74	0.41 – 1.0
Boil / Wash	Giant butterbur, leaf blade	9	0.44	0.38 – 0.56
Boil / Wash	Field horsetail	6	0.41	0.16 – 0.68
Boil / Wash	Mugwort	8	0.43	0.16 – 0.71

詳細を記していないが、クリの実について、鬼皮ごと茹でるのが一般的であるが、鬼皮の濃度が一番高いため、茹でてすぐのクリの実には放射性 Cs 濃度が逆に高まるケースも見受けられた。ただし、十分水に浸けておくことで鬼皮から移行したセシウムは水に溶出するため、実の放射性 Cs 濃度を減らすことができた。

13 まとめと今後の課題

本研究課題では内部被ばくを評価するための放射性 Cs に関する環境移行パラメータを収集し、平均的な値を示した。特に、我が国では山菜を利用することから、山菜への面移行係数を導出できたことも含め、これら一連の値を使うことで、被ばく線量評価をより正確に行えるようになることが期待される。一方で、これらのパラメータを収集する過程で、いくつかの課題が浮き彫りになった。

一つは狩猟生物および淡水生物の放射性 Cs の実効半減期が長い点である。環境中における放射性 Cs の動態が平衡状態に達しつつある中、実効半減期はさらに長くなる可能性も考えられる。どのようなメカニズムで実効半減期が長くなるのかについて解明することが、狩猟動物利用促進のために必要である。

次に、淡水生物および海水生物では高い CR が続いていることである。面移行係数を求めた際、野生キノコについては事故以前と同じ値であり、また狩猟動物についても欧米の値と類似していたのにも関わらず、水系においてどのような放射性 Cs 挙動になっているのかを明らかにする必要がある。

これまでは森林、河川、海洋といった領域の中で放射性 Cs 挙動が検討されてきたがこれらをまたぐ形で俯瞰して移行を理解する必要がある。そのためには、必ずしも人の被ばくに直接影響しない環境構成物にも目を向けなければならない。

また、今後は食品モニタリングデータなどを使って環境移行パラメータを導出する際、対応する土壌中濃度が測定されていなかったり、また水環境では濃度が低くなったために検出されない（検出下限値以下）ケースが増えることが予想される。そのため、長期挙動を知るためには、低レベルまできちんと測定できる技術を使い、移行パラメータデータを増やしていくこと、それらをこの 10 年で得たデータと比較することで、長期被ばく推定の高度化につなげていくことも、国民の安全安心を醸成するために必要だと言える。さらなる環境動態研究が必要である。

謝辞

本研究を行うにあたっては、経済産業省資源エネルギー庁放射性廃棄物共通技術調査等事業「放射性核種生物圏移行評価高度化調査」（平成 14 年度から平成 18 年度）およびその後継研究（平成 19 年度から平成 29 年度）が基盤となっており、福島第一原発事故以前から、放医研においてすでに生活圏における放射性物質の環境移行パラメータに関する調査研究や、IAEA 等へのデータ発信が行えていたことは、大変重要であった。また、本研究はそれらの外部資金の一部によって行われ、事故初期から研究を開始することができた。さらに福島県放射線医学研究開発事業補助金による「放射性物質環境動態調査事業」によっても本研究の一部を行うことができた。これらの調査・研究により得られた環境移行パラメータデータの多くは、IAEA の Tecdoc No. 1927 (2020) にまとめることができた。この Tecdoc 出版においては、福島第一原発事故直後からデータを収集しつつ論文として成果を残してこられた多くの日本人研究者や、海外の著名な研究者らと一緒に協力しながら執筆を行うことができ、とても貴重な経験となった。記して謝意を表する。

なお、食品に関わる環境移行パラメータデータを収集するために、原子力規制庁、環境省、厚生労働省、農林水産省とその関係機関が行うモニタリング調査結果、さらには福島県が行う研究成果が公開されていたことは、極めて重要であった。大学および研究機関からの研究報告も大変参考になった。データ収集に関わられた多くの方々の努力に心より感謝する。

記号リスト

- A_0 : 降下物を受けたときの作物可食部中の初期の放射性核種濃度 (Bq/kg FM)
- A_{biota} : 生物中の放射性核種濃度 (Bq/kg FM)
- A_{crop} : 農作物可食部中の放射性核種濃度 (Bq/kg DM)
- A_{direct} : 直接汚染した部位もしくは汚染源部位の放射性核種濃度 (Bq/kg DM or Bq/kg FM)
- A_{edible} : 可食部中の放射性核種濃度 (Bq/kg FM)
- A_{liquid} : 液相中の放射性核種濃度 (Bq/L)
- A_{new} : 非汚染部位の放射性核種濃度 (Bq/kg DM or Bq/kg FM)
- A_{soil} : 土壌中の放射性核種濃度 (Bq/kg DM)
- A_{solid} : 固相中の放射性核種濃度 (Bq/kg DM) であり固相には土壌や底質が含まれる
- A_{total} : 単位面積あたりに降下した放射性核種の総量 (Bq/m²)
- A_t : t 日経過後の物質中の放射性核種濃度 (Bq/kg FM)
- AM : 算術平均 [Arithmetic mean]
- C_{feed} : 飼料中の放射性核種濃度 (Bq/kg)
- C_{meat} : 肉中の放射性核種濃度 (Bq/kg FM)
- C_{milk} : 乳中の濃度 (Bq/L)
- CR : 水-水生生物濃縮係数 (L/kg FM)
- $C_{\text{total-day}}$: 家畜が 1 日あたりに摂取する放射性核種量 (Bq/d)
- DM : 乾燥重量 [Dry mass]
- f_B : 重量あたりの放射性核種の遮断係数 (m²/kg FM)
- F_f : 1 日あたりの放射性核摂取量に対する肉中の放射性核濃度比 (d/kg FM)
- F_m : 1 日あたりの放射性核摂取量に対する乳中の放射性核濃度比 (d/L)
- FM: 生重量 [Fresh mass]
- f_{tr} : 転流係数
- F_v : 土壌-植物間移行係数
- GM: 幾何平均値 [Geometric mean]
- K_d : 固相-液相間分配係数 (L/kg)
- M : 1 日当たりの飼料量 (kg/d)
- N : 試料数 [Number]
- $R_{0-5\text{cm}}$: 土壌表層 0-5cm までの放射性核存在量を 0-20 cm を全量と比較した時の割合
- t : 経過時間 (e.g., day, year)
- T_{ag} : 面移行係数 (m²/kg FM)
- T_b : 生物学的半減期 (day)

T_{eco} : 生態学的半減期 (day or year)

T_{eff} : 実効半減期 (day or year)

T_{env} : 環境半減期 (day or year)

T_{phy} : 物理学の半減期 (day or year)

T_{w} : ウェザリング半減期 (day)

λ_{eff} : 実効減少定数 (e.g., day^{-1} , year^{-1})

引用文献

- Beresford, N. A., Beaugelin-Seiller, K., Burgos, J., Cujic, M., Fesenko, S., Kryshev, A., Pachal, N., Real, A., Su, B.S., Tagami, K., Vives I Batlle, J., Vives-Lynch, S., Wells, C., and Wood, M. D. (2015). Radionuclide biological half-life values for terrestrial and aquatic wildlife. *Journal of Environmental Radioactivity*, 150, 270-276.
- Fujimura, S., Yoshioka, K., Saito, T., Sato, M., Sato, M., Sakuma, Y., and Muramatsu, Y. (2013). Effects of applying potassium, zeolite and vermiculite on the radiocesium uptake by rice plants grown in paddy field soils collected from Fukushima prefecture. *Plant Production Science*, 16, 166-170.
- 原子力環境整備促進・資金管理センター (1992). 環境パラメータ・シリーズ 3 「淡水から生物への放射性物質の移動」 <https://www.rwmc.or.jp/library/other/file/Kankyoku3.pdf>
- 原子力環境整備促進・資金管理センター (2013). 環境パラメータ・シリーズ 4 増補版 (2013 年) 「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」. https://www.rwmc.or.jp/library/other/file/RWMC-TRJ-13001-2_zyokyoritu_kaitei_honpen.pdf
- Hashimoto, S., Imamura, N., Kaneko, S., Komatsu, M., Matsuura, T., Nishina, K., & Ohashi, S. (2020). New predictions of ^{137}Cs dynamics in forests after the Fukushima nuclear accident. *Scientific Reports*, 10, 29, 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56800-5>
- IAEA (2004). Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment. IAEA Technical Report Series No. 422. IAEA, Vienna. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TRS422_web.pdf
- IAEA (2010). Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments. IAEA Technical Report Series No. 472. IAEA, Vienna. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs472_web.pdf
- IAEA (2014). Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer to Wildlife. IAEA Technical Report Series No. 479. IAEA, Vienna. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Trs479_web.pdf
- IAEA (2020). Environmental Transfer of Radionuclides in Japan following the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. IAEA TECDOC No. 1927. IAEA, Vienna. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1927web.pdf>
- Ishii, N., Tagami, K., Takata, H., Fujita, K., Kawaguchi, I., Watanabe, Y., and Uchida, S. (2013a). Deposition in Chiba Prefecture, Japan, of Fukushima daiichi nuclear power plant fallout. *Health Physics*, 104, 189-194.
- 石井伸昌, 田上恵子, 川口勇生, 内田滋夫 (2013b). 浄水発生土に含まれる ^{137}Cs のコマツナによる経根吸収. *Radioisotopes*, 62, 447-453.
- 石井伸昌, 田上恵子, 川口勇生, 内田滋夫 (2013c). ミニキャベツによる栽培土壌から放射性セシウムの経根吸収. *保健物理*, 48, 150-155.
- Ishii, N., Furota, T., Kagami, M., Tagami, K., and Uchida, S. (2021). Inequality in the distribution of ^{137}Cs contamination within freshwater fish bodies and its affecting factors. *Scientific Reports*, 11, 1-9.
- Ishikawa, N. K., Uchida, S., and Tagami, K. (2008). Distribution coefficients for ^{85}Sr and ^{137}Cs in Japanese agricultural soils and their correlations with soil properties. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 277, 433-439.
- Ishikawa, N. K., Uchida, S., and Tagami, K. (2011a). Iodide sorption and partitioning in solid, liquid and gas phases in soil samples collected from Japanese paddy fields. *Radiation Protection and Dosimetry*, 146, 155-158.
- Ishikawa, N.K., Uchida, S., Tagami, K., and Satta, N. (2011b). Soil Solution Ni Concentrations over which K_d is Constant in Japanese Agricultural Soils. *Journal of Nuclear Science and Technology*, 48, 337-343.

- Iwata, K., Tagami, K., and Uchida, S. (2013). Ecological half-lives of radiocesium in 16 species in marine biota after the TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Environmental Science and Technology*, 47, 7696-7703.
- 駒村美佐子, 津村昭人, 山口紀子, 藤原英司, 木方展治, & 小平潔. (2006). わが国の米, 小麦および土壌における ^{90}Sr と ^{137}Cs 濃度の長期モニタリングと変動解析. 農業環境技術研究報告 24, 1-21.
- Komatsu, M., Hirai, K., Nagakura, J., and Noguchi, K. (2017). Potassium fertilisation reduces radiocesium uptake by Japanese cypress seedlings grown in a stand contaminated by the Fukushima Daiichi nuclear accident. *Scientific Reports*, 7, 1-10.
- Komatsu, M., Nishina, K., and Hashimoto, S. (2019). Extensive analysis of radiocesium concentrations in wild mushrooms in eastern Japan affected by the Fukushima nuclear accident: Use of open accessible monitoring data. *Environmental Pollution*, 255, 113236.
- Komatsu, M., Hashimoto, S., and Matsuura, T. (2021). Effects of species and geo-information on the ^{137}Cs concentrations in edible wild mushrooms and plants collected by residents after the Fukushima nuclear accident. *Scientific Reports*, 11, 1-14.
- Lebel, L. S., Dickson, R. S., Glowa, G. A. (2016). Radioiodine in the atmosphere after the Fukushima Dai-ichi nuclear accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, 151, 82-93.
- Mishra, S., Sahoo, S. K., Arae, H., Watanabe, Y., Mietelski, J. W. (2014). Activity ratio of caesium, strontium and uranium with site specific distribution coefficients in contaminated soil near vicinity of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *Journal of Chromatography Separation Techniques*, 5, 250.
- Nemoto, Y., Saito, R., and Oomachi, H. (2018). Seasonal variation of Cesium-137 concentration in Asian black bear (*Ursus thibetanus*) and wild boar (*Sus scrofa*) in Fukushima Prefecture, Japan. *PloS One*, 13, e0200797.
- 生沼英之 (2021). 吸着剤の投与による泌乳牛における放射性セシウムの飼料から乳への移行抑制に関する研究. 福島県農業総合センター研究報告 12, 1-49.
- 大畑直也 (2017). 浄水処理場の処理過程における塩素, 臭素およびヨウ素の化学形態の変化. 大学院研究年報 理工学研究科編, 47. https://chuo-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=8521&item_no=1&page_id=13&block_id=21
- Povinec, P. P., Aarkrog, A., Buesseler, K. O., Delfanti, R., Hirose, K., Hong, G. H., Ito, T., Livingston, H. D., Nies, H. M., Noshkin, V. E., Shima, S., and Togawa, O. (2005). ^{90}Sr , ^{137}Cs and $^{239,240}\text{Pu}$ concentration surface water time series in the Pacific and Indian Oceans—WOMARS results. *Journal of Environmental Radioactivity*, 81, 63-87.
- Rowan, D. J., Chant, L. A., and Rasmussen, J. B. (1998). The fate of radiocesium in freshwater communities—Why is biomagnification variable both within and between species? *Journal of Environmental Radioactivity*, 40, 15-36.
- Rowan, D. J. (2013). Bioaccumulation factors and the steady state assumption for cesium isotopes in aquatic foodwebs near nuclear facilities. *Journal of Environmental Radioactivity*, 121, 2-11.
- Smith, J. T., Wright, S. M., Cross, M. A., Monte, L., Kudelsky, A. V., Saxén, R., Vakulovsky, S. M., Timms, D. N. (2004). Global analysis of the riverine transport of ^{90}Sr and ^{137}Cs . *Environmental Science and Technology*, 38, 850-857.
- Tagami, K., and Uchida, S. (1996). Aging effect on technetium behaviour in soil under aerobic and anaerobic conditions. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 56, 235-247.
- 田上恵子 (2012). 直接沈着および経根吸収による放射性核種の植物への移行. *Radioisotopes*, 61, 267-279.
- Tagami, K. (2017). Effective half-lives of radiocesium in terrestrial plants observed after nuclear power plant accidents. In: *Impact of Cesium on Plants and the Environment* (Gupta and Walther Eds.) pp. 125-138. Springer, Cham, Switzerland.

- Tagami, K., and Uchida, S. (2011a). Can we remove iodine-131 from tap water in Japan by boiling?—Experimental testing in response to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Chemosphere*, 84, 1282-1284.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2011b). Some considerations on water-to-fish transfer data collected in Japan for radionuclides and stable elements-11252. In: WM2011 Conference Proceedings.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2012a). 精米と米研ぎによる放射性セシウムの残存割合及び糠層中の濃度分布. *Radioisotopes*, 61, 223-229.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2012b). 農作物の調理・加工による放射性セシウムの除去割合, *Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity*, KEK Proceedings 2012-6. Tsukuba, p.154-159.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2012c). 福島第一原発事故後のツクシへの ^{134}Cs , ^{137}Cs の移行と分布及び調理・加工による除去. *Radioisotopes*, 61, 511-516.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2013a). Comparison of food processing retention factors of ^{137}Cs and ^{40}K in vegetables. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 295, 1627-1634.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2013b). 我が国の沿岸域における放射性核種の堆積物—海水分配係数—土壌から海水への放射性核種溶出率の推定—. *分析化学*, 62, 527-533.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2013c). Marine and freshwater concentration ratios ($\text{CR}_{\text{wo-water}}$): review of Japanese data. *Journal of Environmental Radioactivity*, 126, 420-426.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2014). 福島第一原子力発電所事故の影響を受けたソメイヨシノ (*Cerasus ×yedoensis* (Matsum.) A.V.Vassil. ‘Somei-yoshino’) の当年枝伸長位置の根からの距離と葉中の放射性セシウム濃度. *放射化学*, 29, 1 – 8.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2015a). Effective half-lives of ^{137}Cs in giant butterbur and field horsetail, and the distribution differences of potassium and ^{137}Cs in aboveground tissue parts. *Journal of Environmental Radioactivity*, 141, 138-145.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2015b). Effective half-lives of ^{137}Cs from persimmon tree tissue parts in Japan after Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, 141, 8-13.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2016a). Radiocesium and potassium decreases in wild edible plants by food processing. In: *Radiological Issues for Fukushima’s Revitalized Future* (Takahashi Ed.), pp.199-207.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2016b). Consideration on the long ecological half-life component of ^{137}Cs in demersal fish based on field observation results obtained after the Fukushima accident. *Environmental Science and Technology*, 50, 1804-1811.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2017a). Changes of effective half-lives of ^{137}Cs in three herbaceous plants and bioavailable ^{137}Cs fraction in soil after the Fukushima nuclear accident. *Applied Geochemistry*, 85, 162-168.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2017b). 自然環境下において放射性セシウム濃度が低いキノコの種類の推定. *Radioisotopes*, 66, 277-287.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2019). 文献調査による家畜への放射性セシウムの移行データのとりまとめ. *Proceedings of the 20th Workshop on Environmental Radioactivity*, KEK Proceedings 2019-2. Tsukuba, p.195-200.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2020a). 東京電力福島第一原子力発電所事故由来の I-131 および放射性セシウムの葉菜類のウェザリング半減期の主要因に関する考察 (1) 実測値によるウェザリング半減期. *Radioisotopes*, 69, 341-352.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2020b). 東京電力福島第一原子力発電所事故由来の I-131 および放射性セシウムの葉菜類のウェザリング半減期の主要因に関する考察 (2) チェルノブイリ原発事故後における草本植物ウェザリング半減期との比較. *Radioisotopes*, 69, 353-364.

- 田上恵子, 内田滋夫 (2020c). 放射性セシウムの未攪乱草地土壌表層における保持割合の経年変化. Proceedings of the 21th Workshop on Environmental Radioactivity, KEK Proceedings 2020-2. Tsukuba, p.63-68.
- Tagami, K., and Uchida, S. (2021). Mass Interception Fractions and Weathering Half-lives of Iodine-131 and Radiocesium in Leafy Vegetables Observed after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. *Journal of Radiation Protection and Research*, 46, 178-183.
- 田上恵子, 内田滋夫 (2022). 食品モニタリングデータを用いた放射性セシウム基準値超過食材の経時変化に関する考察. *Radioisotopes*, 71, 9-22.
- 田上恵子, 内田滋夫 (in press) 福島第一原発事故後に収集された放射性セシウムの土壌-土壌溶液間分配係数に関する考察. *放射化学*.
- Tagami, K., Uchida, S., Ishii, N., and Kagiya, S. (2012a). Translocation of radiocesium from stems and leaves of plants and the effect on radiocesium concentrations in newly emerged plant tissues. *Journal of Environmental Radioactivity*, 111, 65-69.
- Tagami, K., Uchida, S., and Ishii, N. (2012b). Extractability of radiocesium from processed green tea leaves with hot water: the first emergent tea leaves harvested after the TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 292, 243-247.
- Tagami, K., Howard, B. J., and Uchida, S. (2016). The time-dependent transfer factor of radiocesium from soil to game animals in Japan after the Fukushima Dai-ichi nuclear accident. *Environmental Science and Technology*, 50, 9424-9431.
- Tagami, K., Uchida, S., and Ishii, N. (2017). Effects of indoor and outdoor cultivation conditions on ¹³⁷Cs concentrations in cultivated mushrooms produced after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 600-605.
- Tagami, K., Tsukada, H., Uchida, S., and Howard, B. J. (2018a). Changes in the soil to brown rice concentration ratio of radiocaesium before and after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident in 2011. *Environmental Science and Technology*, 52, 8339-8345.
- Tagami, K., Uchida, S., Wood, M. D., and Beresford, N. A. (2018b). Radiocaesium transfer and radiation exposure of frogs in Fukushima Prefecture. *Scientific Reports*, 8, 1-11.
- 田上恵子, 石井伸昌, 内田滋夫 (2019). 文献データを利用した魚以外の食用水生生物への ¹³⁷Cs 濃縮係数の導出。ー福島第一原発事故前後の比較ー. *放射化学*, 40, 3-13.
- Tagami, K., Uchida, S., Shinano, T., and Pröhl, G. (2020a). Comparisons of effective half-lives of radiocesium in Japanese tea plants after two nuclear accidents, Chernobyl and Fukushima. *Journal of Environmental Radioactivity*, 213, 106109.
- 田上恵子, 高田モモ, 保高徹生, 内田滋夫 (2020b). 放射性セシウムの未攪乱草地土壌表層における保持割合の経年変化. Proceedings of the 21th Workshop on Environmental Radioactivity, KEK Proceedings 2020-2. Tsukuba, p.63-68.
- Tagami, K., Yasutaka, T., Takada, M., and Uchida, S. (2021a). Aggregated transfer factor of ¹³⁷Cs in wild edible mushrooms collected in 2016–2020 for long-term internal dose assessment use. *Journal of Environmental Radioactivity*, 237, 106664.
- Tagami, K., Fukaya, Y., Hirayama, M., and Uchida, S. (2021b). Collation of strontium concentration ratios from water to aquatic biota species in freshwater and marine environments and factors affecting the ratios. *Environmental Science and Technology*, 55, 1637-1649.
- Tagami, K., Uchida, S., Ishii, N., and Zheng, J. (2022a). Enhancement of mass interception coefficient data of radiostromium by leafy crops using global fallout ⁹⁰Sr and naturally occurring ⁷Be. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70, 15244-15254.
- Tagami, K., Uchida, S., Uchihori, Y., and Kitamura, H. (2022b). Uptake of ¹³¹I, ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs in tulip (*Tulipa gesneriana* L.) after the Fukushima Daiichi nuclear accident and their translocation from its above ground parts to the bulb. *Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences*, 22, 1-6.

- Takata, H., Aono, T., Aoyama, M., Inoue, M., Kaeriyama, H., Suzuki, S., Tsuruta, T., Wada, T., and Wakiyama, Y. (2020). Suspended particle–water interactions increase dissolved ^{137}Cs activities in the nearshore seawater during typhoon Hagibis. *Environmental Science and Technology*, 54, 10678-10687.
- Takada, M., Yasutaka, T., Hayashi, S., Takagi, M., and Tagami, K. (2022). Aggregated transfer factor of ^{137}Cs in edible wild plants and its time dependence after the Fukushima Dai-ichi nuclear accident. *Scientific Reports*, 12, 1-11.
- 内田滋夫, 田上恵子, 石井伸昌 (2011). 環境における放射性核種の分布と動態 1. 土壌における放射性核種の挙動特性. 日本原子力学会誌 *ATOMOS*, 53, 623-627.
- Uchida, S., and Tagami, K. (2013). Removal of radiocesium from food by processing: data collected after the Fukushima daiichi nuclear power plant accident-13167. In *Proceedings of Waste Management Symposia*.
- Uchida, S., and Tagami, K. (2017). Comparison of coastal area sediment-seawater distribution coefficients (Kd) of stable and radioactive Sr and Cs. *Applied Geochemistry*, 85, 148-153.
- Uchida, S., and Tagami, K. (2018). Comparison of radiocesium concentration changes in leguminous and non-leguminous herbaceous plants observed after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, 186, 3-8.
- Wada, T., Tomiya, A., Enomoto, M., Sato, T., Morishita, D., Izumi, S., Niizeki, K., Suzuki, Sh., Morita, T., and Kawata, G. (2016). Radiological impact of the nuclear power plant accident on freshwater fish in Fukushima: an overview of monitoring results. *Journal of Environmental Radioactivity*, 151, 144-155.
- Xu, S., Zhang, L., Freeman, S. P., Hou, X., Shibata, Y., Sanderson, D., Cresswell, A., Doi, T., and Tanaka, A. (2015). Speciation of radiocesium and radioiodine in aerosols from Tsukuba after the Fukushima nuclear accident. *Environmental Science and Technology*, 49, 1017-1024.
- Yamamoto, K., Tagami, K., Uchida, S., and Ishii, N. (2015). Model estimation of ^{137}Cs concentration change with time in seawater and sediment around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant site considering fast and slow reactions in the seawater-sediment systems. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 304, 867-881.

Supplemental Material

Table S1 Mass interception coefficient of radioiodine and radiocaesium for vegetables observed after the Fukushima Daiichi nuclear power station accident

Isotope	Prefecture	Municipality	Crop name	Crop type	Bq/kg FM @ 2011/3/20	Bq/m ² @ 2011/3/20	f_B
I-131	Fukushima	Izumizaki	Spinach	Leaf	3.21E+4	4.05E+5	0.079
I-131	Fukushima	Otama	Spinach	Leaf	2.98E+4	4.91E+5	0.061
I-131	Fukushima	Ono	Komatsuna	Leaf	9.41E+2	1.81E+5	0.005
I-131	Fukushima	Ono	Spinach	Leaf	1.26E+4	1.81E+5	0.070
I-131	Fukushima	Kawamata	Shinobufuyuna	Leaf	2.22E+4	1.55E+6	0.014
I-131	Fukushima	Samekawa	Komatsuna	Leaf	7.06E+3	4.75E+5	0.015
I-131	Fukushima	Tanakura	Spinach	Leaf	4.05E+4	4.46E+5	0.091
I-131	Fukushima	Tamura	Spinach	Leaf	2.42E+4	6.17E+5	0.039
I-131	Fukushima	Nakajima	Spinach	Leaf	6.70E+3	4.88E+5	0.014
I-131	Fukushima	Hanawa	Spinach	Leaf	4.36E+3	2.43E+5	0.018
I-131	Fukushima	Hirata	Spinach	Leaf	1.79E+4	3.18E+5	0.056
I-131	Fukushima	Furudono	Mizuna	Leaf	2.01E+4	2.81E+5	0.072
I-131	Fukushima	Motomiya	Kukitachina	Leaf	2.09E+4	1.01E+6	0.021
I-131	Fukushima	Yabuki	Spinach	Leaf	4.12E+3	3.42E+5	0.012
I-131	Fukushima	Yamatsuri	Spinach	Leaf	1.18E+4	3.84E+5	0.031
I-131	Ibaraki	Hitachiota	Spinach	Leaf	2.75E+4	4.40E+5	0.062
I-131	Saitama	Saitama	Komatsuna	Leaf	9.48E+2	7.30E+4	0.013
I-131	Saitama	Kawagoe	Komatsuna	Leaf	1.49E+3	7.30E+4	0.020
I-131	Saitama	Tokorozawa	Spinach	Leaf	1.95E+3	7.30E+4	0.027
I-131	Saitama	Honjo	Spinach	Leaf	1.66E+3	2.11E+4	0.079
I-131	Tochigi	Kaminokawa	Spinach	Leaf	1.27E+4	6.45E+4	0.197
I-131	Tochigi	Sano	Kakina	Leaf	6.22E+3	6.45E+4	0.096
I-131	Gunma	Isezaki	Spinach	Leaf	2.40E+3	2.11E+4	0.114
I-131	Gunma	Takasaki	Kakina	Leaf	1.77E+3	2.11E+4	0.084
I-131	Chiba	Chiba	Giant butterbur	Leaf	3.20E+4	1.07E+5	0.299
I-131	Chiba	Chiba	Japanese dock	Leaf	9.62E+3	3.22E+4	0.299
I-131	Chiba	Chiba	Mugwort	Leaf	8.58E+3	3.22E+4	0.266
I-131	Chiba	Chiba	Dandelion	Leaf	8.64E+3	3.22E+4	0.268
I-131	Chiba	Chiba	Long-stamen chive	Leaf	5.05E+3	3.22E+4	0.157

I-131	Fukushima	Iwaki	Broccoli	Flowering head	1.04E+4	8.78E+5	0.012
I-131	Fukushima	Kunimi	Broccoli	Flowering head	8.15E+2	1.63E+6	0.0005
I-131	Fukushima	Kori	Broccoli	Flowering head	1.69E+3	3.04E+6	0.0006
I-131	Fukushima	Shirakawa	Aburana	Flowering head	2.62E+3	5.74E+5	0.005
I-131	Fukushima	Tamakawa	Aburana	Flowering head	9.72E+3	4.46E+5	0.022
I-131	Fukushima	Nihonmatsu	Purple-stem mustard	Flowering head	8.30E+3	8.71E+5	0.010
I-131	Fukushima	Hirata	Nabana	Flowering head	1.33E+3	3.18E+5	0.004
I-131	Fukushima	Asakawa	Cabbage	Head	5.91E+3	3.64E+5	0.016
I-131	Fukushima	Minamisoma	Cabbage	Head	6.09E+3	1.01E+6	0.006
I-131	Chiba	Chiba	Giant butterbur	Leaf stalk	2.17E+3	1.07E+5	0.020
I-131	Chiba	Chiba	Field horsetail	Shoot	5.16E+3	3.22E+4	0.160
Cs-137	Fukushima	Otama	Spinach	Leaf	3.69E+4	8.40E+4	0.439
Cs-137	Fukushima	Kawamata	Shinobufuyuna	Leaf	1.45E+4	1.66E+5	0.087
Cs-137	Fukushima	Tanakura	Spinach	Leaf	2.08E+4	2.89E+4	0.719
Cs-137	Fukushima	Hanawa	Spinach	Leaf	1.72E+3	1.28E+4	0.135
Cs-137	Fukushima	Hirata	Spinach	Leaf	1.24E+3	1.45E+4	0.086
Cs-137	Fukushima	Furudono	Mizuna	Leaf	3.96E+3	2.34E+4	0.169
Cs-137	Fukushima	Motomiya	Kukitachina	Leaf	5.37E+4	8.53E+4	0.629
Total Cs	Ibaraki	Takahagi	Spinach	Leaf	2.37E+3	3.28E+4	0.072
Total Cs	Ibaraki	Hitachiota	Spinach	Leaf	3.25E+2	1.23E+4	0.026
Total Cs	Tochigi	Sano	Kakina	Leaf	3.09E+2	1.53E+4	0.020
Cs-137	Chiba	Chiba	Giant butterbur	Leaf	3.03E+3	1.48E+4	0.205
Cs-137	Chiba	Chiba	Japanese dock	Leaf	2.49E+3	1.48E+4	0.168
Cs-137	Chiba	Chiba	Mugwort	Leaf	2.32E+3	1.48E+4	0.157
Cs-137	Chiba	Chiba	Dandelion	Leaf	1.87E+3	1.48E+4	0.127
Cs-137	Chiba	Chiba	Long-stamen chive	Leaf	6.28E+2	1.48E+4	0.042
Cs-137	Fukushima	Iwaki	Broccoli	Flowering head	9.15E+2	2.29E+4	0.040
Cs-137	Fukushima	Asakawa	Cabbage	Head	3.90E+3	3.14E+4	0.124
Cs-137	Chiba	Chiba	Giant butterbur	Leaf stalk	2.95E+2	1.48E+4	0.020
Cs-137	Chiba	Chiba	Field horsetail	Shoot	1.18E+3	1.48E+4	0.080

Table S2 Biological half-life for aquatic biota observed in Japan (under laboratory conditions)

Isotope	Species	Scientific name	Tissue part	Ecosystem	Pathway	λ_1	T_{b1_shorts} d	λ_2	T_{b2_longs} d	Ref.
Ca-45	Japanese green sea urchin	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	Whole body	Marine	Water			0.22	3.2	K1
Ca-45	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	Plasma	Freshwater	Water				10.5	I1
Ca-45	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	Soft tissue	Freshwater	Water				5.3	I1
Ca-45	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	Bone	Freshwater	Water				94	I1
Ca-45	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	Scales	Freshwater	Water		10.5		210	I1
Cd-115m	Ragworm	<i>Nereis japonica</i>	Whole body	Marine	Water	0.165	4.2	0.0021	335	U2
Ce-141	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water				13.7	M4
Ce-141	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water				10.7	M4
Ce-144	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Egg	Freshwater	Water				7	K3
Ce-144	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Wholebody, advanced fry	Freshwater	Water		1.6			K4
Co-57	Kotamagai	<i>Gomphina melanaegis</i>	Whole body	Marine	Water	0.6172	1	0.0071	154	U3
Co-57	Japanese tiger prawn	<i>Marsupenaeus japonicus</i>	Whole body	Marine	Water				24	S4
Co-57	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water			0.0032	220	N4
Co-57	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food			0.0034	200	N4
Co-57	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food			0.0044	160	N4
Co-57	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food			0.0029	240	N4
Co-57	Forktongue goby	<i>Chaenogobius gulosus</i>	Whole body	Marine	Water		1.0		43	U1
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Soft tissue	Marine	Water		5.6		224	K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Shell	Marine	Water		9.7		174	K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Whole body	Marine	Water		5.2			K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Byssus	Marine	Water		15.3		109	K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Body fluid	Marine	Water		1.5		57	K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Mantle	Marine	Water		3.6		204	K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Gonads	Marine	Water		5.2		178	K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Gills	Marine	Water		2.5			K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Visceral mass	Marine	Water		10.6		533	K5
Co-57	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Adductor muscle	Marine	Water		1.9		99	K5

Co-57	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	22.6	M4
Co-57	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	49.6	M4
Co-57	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Whole body	Marine	Water	80	N3
Co-57	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Water	330	N3
Co-57	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Water	110	N3
Co-57	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water	90	N3
Co-57	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Water	110	N3
Co-57	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Water	90	N3
Co-57	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Whole body	Marine	Food	30	N3
Co-57	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Food	40	N3
Co-57	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Food	130	N3
Co-57	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food	330	N3
Co-57	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Food	30	N3
Co-57	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Food	100	N3
Co-58	Mussel	<i>Mytilus edulis</i>	Soft tissue	Marine	Water	9.9	S1
Co-60	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	56	K2
Co-60	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	64	K2
Co-60	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	74	K2
Co-60	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	75	K2
Co-60	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	79	K2
Co-60	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	50	K2
Co-60	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	44	K2
Co-60	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	55	K2
Co-60	Postlarval menhaden	<i>Brevortia tyrannus</i>	Whole body	Marine	Water	14	N1
Co-60	Snowy rockfish	<i>Sebastes nivosus</i>	Whole body	Marine	Water	63	N1
Co-60	Crimson sea bream	<i>Eymnis japonica</i>	Whole body	Marine	Water	29	N1
Co-60	Crimson sea bream	<i>Eymnis japonica</i>	Muscle	Marine	Water	39	N1
Co-60	Crimson sea bream	<i>Eymnis japonica</i>	Liver	Marine	Water	38	N1
Co-60	Crimson sea bream	<i>Eymnis japonica</i>	Intestine	Marine	Water	26	N1

Co-60	Crimson sea bream	<i>Eymnis japonica</i>	Scales	Marine	Water	41	N1
Co-60	Crimson sea bream	<i>Eymnis japonica</i>	Gills	Marine	Water	13	N1
Co-60	Crimson sea bream	<i>Eymnis japonica</i>	Vertebra	Marine	Water	25	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Whole body	Marine	Water	32	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Muscle	Marine	Water	53	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Blood	Marine	Water	12	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Liver	Marine	Water	48	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Intestine	Marine	Water	38	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Scales	Marine	Water	42	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Skin	Marine	Water	15	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Gills	Marine	Water	18	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Vertebra	Marine	Water	24	N1
Co-60	Five-ray yellowtail	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Fin	Marine	Water	14	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	50	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Muscle	Marine	Water	63	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Blood	Marine	Water	44	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Intestine	Marine	Water	49	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Scales	Marine	Water	44	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Skin	Marine	Water	27	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Gills	Marine	Water	28	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Vertebra	Marine	Water	27	N1
Co-60	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Fin	Marine	Water	30	N1
Co-60	Kotamagai	<i>Gomphina melanaegis</i>	Whole body	Marine	Water	31	U3
Co-60	Sea cucumber	<i>Stichops japonicus</i>	Whole body	Marine	Water	73	S4
Co-60	Japanese tiger prawn	<i>Marsupenaeus japonicus</i>	Whole body	Marine	Water	27	S4
Co-60	Common octopus	<i>Octopus vulgaris</i>	Whole body	Marine	Water	193	N2
Co-60	Common octopus	<i>Octopus vulgaris</i>	Muscle	Marine	Water	83	N2
Co-60	Common octopus	<i>Octopus vulgaris</i>	Blood	Marine	Water	28	N2
Co-60	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water	120	N4
Co-60	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food	81	N4

Co-60	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food			0.0073	95	N4
Co-60	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food			0.0094	74	N4
Co-60	Forktongue goby	<i>Chaenogobius gulosus</i>	Whole body	Marine	Water		0.4		166	U1
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Soft tissue	Marine	Water		7.6		176	K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Shell	Marine	Water		4.2		179.4	K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Whole body	Marine	Water		16.9			K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Byssus	Marine	Water		10.8		198	K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Body fluid	Marine	Water		5.2		62	K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Mantle	Marine	Water		5.0		347	K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Gonads	Marine	Water		5.8			K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Gills	Marine	Water		0.9			K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Visceral mass	Marine	Water		3.6		495	K5
Co-60	Mussel	<i>Mytilisepta virgatus</i>	Adductor muscle	Marine	Water		2.0		136	K5
Co-60	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.362	1.9	0.088	7.9	N5
Co-60	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.58	1.2	0.061	11.4	N5
Co-60	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.637	1.1	0.083	8.4	N5
Co-60	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.426	1.6	0.054	12.8	N5
Co-60	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Egg	Freshwater	Water		0.3			K3
Co-60	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Wholebody, advanced fry	Freshwater	Water		0.8			K4
Co-60	Common mussel	<i>Mytilus edulis</i>	Whole body	Marine	Water	0.63	1.1	0.01	68.7	T1
Co-60	Purplish bifurcate mussel	<i>Spiifer virgatus</i>	Whole body	Marine	Water	0.3	2.31	0.013	54.5	T1
Co-60	Giant clam	<i>Tridacna crocea</i>	Whole body	Marine	Water			0.009	77	U4
Cs	Japanese spiny lobster	<i>Panulirus japonicus</i>	Whole body	Marine	Water			0.0231	30	N6
Cs	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Food	0.1042 0	6.7	0.0468	15	N6
Cs	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water	0.4764	1.5	0.0102	68.0	N6
Cs	Starry flounder	<i>Platichthys stellatus</i>	Whole body	Brakish	Water	0.2908	2.4	0.0202	34.3	N6
Cs	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water	0.406	1.7	0.0316	22	N6
Cs	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water	0.3838	1.8	0.0433	16	N6
Cs-137	Kotamagai	<i>Gomphina melanaegis</i>	Muscle	Marine	Water			0.0223	31	S2

Cs-137	Common octopus	<i>Octopus vulgaris</i>	Arms	Marine	Water	0.0077	90	S2
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.036	19.0	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.038	18.0	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.019	37.0	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.019	37.0	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.018	39.0	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.023	30.1	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water		32.0	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.014	49.5	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.017	40.8	K6
Cs-137	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Food	0.035	20	N5
Cs-137	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Freshwater	Water	0.9921	63.0	N6
Cs-137	Common carp	<i>Cyprinus carpio</i>	Whole body	Freshwater	Food	1.2	69.0	N6
Cs-137	Common carp	<i>Cyprinus carpio</i>	Whole body	Freshwater	Food	3.4	75.0	N6
Cs-137	Black rockfish	<i>Sebastes schlegeli</i>	Whole body	Marine	Water	0.0824	48.1	S5
Cs-137	Black rockfish	<i>Sebastes schlegeli</i>	Whole body	Marine	Water	0.7430	88.9	S5
Cs-137	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	0.4044	73.0	S5
Cs-137	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	0.2591	62.4	S5
Cs-137	Sea squirt	<i>Halocynthia roretzi</i>	whole body	Marine	water	0.4179	14	N6
Cs-137	Sea squirt	<i>Halocynthia roretzi</i>	Soft tissue	Marine	water	0.1726	15	N6
Cs-137	Sea squirt	<i>Halocynthia roretzi</i>	whole body	Marine	water	0.4330	20	N6
Cs-137	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	whole body	Marine	water	0.7822	14	N6
Cs-137	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	whole body	Marine	water	0.6828	12	N6
Cs-137	Black rockfish	<i>Sebastes schlegeli</i>	Whole body	Marine	Food	1.3482	50.2	S5
Cs-137	Black rockfish	<i>Sebastes schlegeli</i>	Whole body	Marine	Food	0.3500	55.0	S5
Cs-137	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Food	1.8386	19.1	S5
Cs-137	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Food	0.2324	28.3	S5
Cs-137	Sea squirt	<i>Halocynthia roretzi</i>		Marine	Food	0.2707	15	N6
Cs-137	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>		Marine	Food	0.2256	30	N6

Cs-137	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Marine	Food	0.2497	2.8	0.0336	21	N6
Cs-137	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	Freshwater	Water				51	M2
Cs-137	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	Freshwater	Food	0.4780	1.5	0.0130	53	M3
Cs-137	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	Freshwater	Food	0.2830	2.4	0.0140	50	M3
Cs-137	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Marine	Water				34.0	M4
Cs-137	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Marine	Water				33.9	M4
Cs-137	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Marine	Water		0.7		23	N3
Cs-137	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Marine	Water				20	N3
Cs-137	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Marine	Water				20	N3
Cs-137	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Marine	Water				30	N3
Cs-137	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Marine	Water				50	N3
Cs-137	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Marine	Water				10	N3
Cs-137	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Marine	Food				20	N3
Cs-137	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Marine	Food				20	N3
Cs-137	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Marine	Food				10	N3
Cs-137	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Marine	Food				10	N3
Cs-137	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Marine	Food				30	N3
Cs-137	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Marine	Food				10	N3
Cs-137	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Brakish	Water			0.0114	60.8	N6
Cs-137	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Brakish	Water			0.0126	55.0	N6
Cs-137	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Brakish	Water			0.011	63.0	N6
Cs-137	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Brakish	Water				25	N6
Cs-137	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Brakish	Water				22	N6
Cs-137	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Brakish	Water				38	N6
Cs-137	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Brakish	Water				31	N6
Cs-137	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Brakish	Water				26	N6
Cs-137	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Brakish	Water				35	N6
Cs-137	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Marine	Food	0.359	1.9	0.137	5.1	N5
Cs-137	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Marine	Food	0.447	1.6	0.177	3.9	N5

Cs-137	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.447	1.6	0.147	4.7	N5
Cs-137	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.383	1.8	0.153	4.5	N5
Cs-137	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Egg	Freshwater	Water		0.7		3.0	K3
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.63	1.100	0.0117	59	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.31	2.236	0.0112	62	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food			0.0122	57	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.25	2.773	0.011	63	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.24	2.888	0.0123	56	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food			0.0103	67	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.27	2.567	0.0196	35	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.29	2.390	0.0172	40	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.24	2.888	0.0171	41	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.17	4.077	0.016	43	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.26	2.666	0.0114	61	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.34	2.039	0.0111	62	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.39	1.777	0.0115	60	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.3	2.310	0.0104	67	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Food	0.56	1.238	0.0105	66	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.21	3.3	0.0061	114	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food			0.0064	108	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.54	1.3	0.0068	102	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.54	1.3	0.0068	102	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.27	2.6	0.0062	112	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.37	1.9	0.0078	89	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.22	3.2	0.0119	58	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.2	3.5	0.0114	61	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.44	1.6	0.0069	100	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.2	3.5	0.0088	79	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food			0.0083	84	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food			0.0072	96	I4

Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.3	2.3	0.0074	94	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.19	3.6	0.0046	151	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.31	2.2	0.0031	224	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.11	6.3	0.0053	131	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.54	1.3	0.0048	144	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.19	3.6	0.0041	169	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.32	2.2	0.0042	165	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.22	3.2	0.0083	84	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.38	1.8	0.0099	70	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.2	3.5	0.0071	98	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.05	13.9	0.0046	151	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.39	1.8	0.0042	165	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.67	1.0	0.0039	178	I4
Cs-137	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Brakish	Food	0.23	3.0	0.006	116	I4
Fe-59	Right-eye flounder	<i>Kareius bicoloratus</i>	Whole body	Marine	Food	0.47	1.5	0.036	28.6	T2
Fe-59	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water			0.04	33.1	T2
Fe-59	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food	0.27	2.7	0.016	548	T2
Fe-59	Largescale Blackfish	<i>Girella punctata</i>	Whole body	Marine	Food	2.00	0.35	0.018	301	T3
Fe-59	Largescale Blackfish	<i>Girella punctata</i>	Whole body	Marine	Food	0.87	0.80	0.021	117	T3
Fe-59	Largescale Blackfish	<i>Girella punctata</i>	Whole body	Marine	Food	3.07	0.23	0.018	251	T3
Fe-59	Largescale Blackfish	<i>Girella punctata</i>	Whole body	Marine	Food	1.62	0.44	0.022	107	T3
Fe-59	Largescale Blackfish	<i>Girella punctata</i>	Whole body	Marine	Water	2.95	0.23	0.021	116	T3
Fe-59	Common mussel	<i>Mytilus edulis</i>	Whole body	Marine	Water	1.13	0.65	0.054	18.0	T1
Fe-59	Purplish bifurcate mussel	<i>Sptifer virgatus</i>	Whole body	Marine	Water	0.98	0.72	0.031	45.2	T1
Hg-203	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Whole body	Freshwater	Intrapertitoneal administration					Y1
Hg-203	Common carp	<i>Cyprinus carpio</i>	Whole body	Freshwater	Intrapertitoneal administration					Y1
Hg-203	Japanese common catfish	<i>Silurus asotus</i>	Whole body	Freshwater	Intrapertitoneal administration					Y1
Hg-203	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Whole body	Freshwater	Intrapertitoneal administration					Y1
Hg-203	Common carp	<i>Cyprinus carpio</i>	Whole body	Freshwater	Intrapertitoneal administration					Y1
Hg-203	Japanese common catfish	<i>Silurus asotus</i>	Whole body	Freshwater	Intrapertitoneal administration					Y1

Hg-203	Common carp	<i>Cyprinus carpio</i>	Whole body	Freshwater	Intraperitoneal administration			160	Y2
I	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Whole body	Marine	Water	0.572	1.2	0.0451	N6
I	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Muscle	Marine	Water	0.7659	0.9	0.0682	N6
I	Black rockfish	<i>Sebastes zonatus</i> <i>schlegelii</i> <i>Hilgendorf</i>	Whole body	Marine	Water	0.1914	3.6	0.016	N6
I	Black rockfish	<i>Sebastes zonatus</i> <i>schlegelii</i> <i>Hilgendorf</i>	Muscle	Marine	Water	0.1429	4.9	0.0277	N6
I	Japanese spiny lobster	<i>Panulirus japonicus</i>	Whole body	Marine	Water			0.0123	N6
I	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Water	1.153	0.6	0.028	N6
I	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Water	1.286	0.5	0.031	N6
I	Japanese sea bass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Muscle	Marine	Food	1.0832	0.6	0.0748	N6
I	Black rockfish	<i>Sebastes zonatus</i> <i>schlegelii</i> <i>Hilgendorf</i>	Whole body	Marine	Food	0.3815	1.8	0.0478	N6
I	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water	0.1192	5.8	0.0298	N6
I	Starry flounder	<i>Platichthys stellatus</i>	Whole body	Brakish	Water	0.3543	2.0	0.0605	N6
I	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water	0.2651	2.6	0.0128	N6
I	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water	0.4328	1.6	0.0159	N6
I-125	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water			3.3	M4
I-125	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water			8.9	M4
I-125	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water			0.0433	N6
I-125	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water			0.0408	N6
I-125	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water			0.0365	N6
I-125	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water			75	N6
I-125	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water			72	N6
I-125	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water			52	N6
I-125	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water			37	N6
I-125	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water			41	N6
I-125	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water			62	N6
I-125, I-131	Hijiki	<i>Sargassum fusiforme</i>	Whole body	Marine	Water			11	H1
I-125, I-131	Hijiki	<i>Sargassum fusiforme</i>	Whole body	Marine	Water			24	H1

I-125, I-131	Hijiki	<i>Sargassum fusiforme</i>	Whole body	Marine	Water	23	H1
I-125, I-131	Hijiki	<i>Sargassum fusiforme</i>	Whole body	Marine	Water	23	H1
I-125, I-131	Hijiki	<i>Sargassum fusiforme</i>	Whole body	Marine	Water	12	H1
I-125, I-131	Hijiki	<i>Sargassum fusiforme</i>	Whole body	Marine	Water	12	H1
I-125, I-131	Hijiki	<i>Sargassum fusiforme</i>	Whole body	Marine	Water	12	H1
I-125, I-131	Hijiki	<i>Sargassum fusiforme</i>	Whole body	Marine	Water	11	H1
I-125, I-131	Forktongue goby	<i>Chasmichthys gluosus</i>	Whole body	Marine	Water	18	H1
I-125, I-131	Forktongue goby	<i>Chasmichthys gluosus</i>	Whole body	Marine	Water	16	H1
I-125, I-131	Forktongue goby	<i>Chasmichthys gluosus</i>	Whole body	Marine	Water	12	H1
I-125, I-131	Forktongue goby	<i>Chasmichthys gluosus</i>	Whole body	Marine	Water	10	H1
I-131	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Egg	Freshwater	Water	0.4	K3
I-131	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Wholebody, advanced fry	Freshwater	Water	3	K4
Mn-54	Perry whelk	<i>Volutharpa ampullacea perryi</i>	Whole body	Marine	Water	66.3	I3
Mn-54	Perry whelk	<i>Volutharpa ampullacea perryi</i>	Whole body	Marine	Water	64.4	I3
Mn-54	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	30.8	M4
Mn-54	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	29.4	M4
Mn-54	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Whole body	Marine	Water	89	N3
Mn-54	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Water	50	N3
Mn-54	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Whole body	Marine	Food	10	N3
Mn-54	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Food	10	N3
Mn-54	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	6.9	N5
Mn-54	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	7.0	N5
Mn-54	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	5.5	N5
Mn-54	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	7.6	N5

Mn-54	Common mussel	<i>Mytilus edulis</i>	Whole body	Marine	Water	0.8	0.87	0.028	34.1	T1
Mn-54	Purplish bifurcate mussel	<i>Spiifer virgatus</i>	Whole body	Marine	Water	1.31	0.53	0.041	18.0	T1
Mn-54	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water			0.055	13	I2
Mn-54	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water			0.087	8	I2
Mn-54	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Brakish	Water			0.069	10	I2
Mn-54	Abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Brakish	Water			0.055	13	I2
Nb-95	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water			0.0018	385	S3
Ru-103	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water				13.2	M4
Ru-103	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water				10.8	M4
Ru-103	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Whole body	Marine	Water		0.5		27	N3
Ru-103	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Water				190	N3
Ru-103	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Water				70	N3
Ru-103	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water				280	N3
Ru-103	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Water				180	N3
Ru-103	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Water				40	N3
Ru-103	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Whole body	Marine	Food				100	N3
Ru-103	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Food				160	N3
Ru-103	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Food				40	N3
Ru-103	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food				70	N3
Ru-103	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Food				50	N3
Ru-103	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Food				10	N3
Ru-103	Black rockfish	<i>Sebastes schlegeli</i>	Muscle	Marine	Water	1.3668	0.5	0.0176	39	S5
Ru-103	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	1.3789	0.5	0.024	29	S5
Ru-103	Black rockfish	<i>Sebastes schlegeli</i>	Muscle	Marine	Water	2.1613	0.3	0.0116	60	S5
Ru-103	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water	1.0895	0.6	0.0141	49	S5
Ru-103	Black rockfish	<i>Sebastes schlegeli</i>	Muscle	Marine	Food	0.5345	1.3	0.023	30	S5
Ru-103	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Food	4.0211	0.2	0.0211	33	S5
Ru-103	Black rockfish	<i>Sebastes schlegeli</i>	Muscle	Marine	Food	2.6003	0.3	0.0681	10	S5
Ru-103	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Food	0.8771	0.8	0.0738	9	S5

Ru-106	Common orient clam	<i>Meretrix lusoria</i>	Whole body	Marine	Water	48.7	166.7	I5
Ru-106	Common orient clam	<i>Meretrix lusoria</i>	Whole body	Marine	Water	39.3	121.2	I5
Ru-106	Common orient clam	<i>Meretrix lusoria</i>	Soft tissue	Marine	Water	7.7	26.8	I5
Ru-106	Common orient clam	<i>Meretrix lusoria</i>	Soft tissue	Marine	Water	5.1	25.1	I5
Ru-106	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Wholebody, advanced fry	Freshwater	Water	3.5		K4
Ru-106	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Wholebody, advanced fry	Freshwater	Water	0.4		K4
Ru-106	Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Wholebody, advanced fry	Freshwater	Water	2.7		K4
Sb-125	Short-necked clam	<i>Tapes japonica</i>	Whole body	Marine	Water	0.2022	57.8	K7
Sr	Sea squirt	<i>Halocynthia roretzi</i>	whole body	Marine	water	1.03	23.105	I6
Sr	Black rockfish	<i>Sebastes zonatus</i> <i>schlegelii</i> <i>Hilgendorf</i>	Whole body	Marine	Water	2.7256	693	N6
Sr	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Water	2.0530	116	N6
Sr	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Water	2.1670	63	N6
Sr	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Water	1.6974	55	N6
Sr	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Soft tissue	Marine	Water	2.7214	69	N6
Sr	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Water	3.6923	26	N6
Sr	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water	0.7941	110	N6
Sr	Starry flounder	<i>Platichthys stellatus</i>	Whole body	Brakish	Water	1.465	178	N6
Sr	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water	0.8817	71	N6
Sr	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water	2.2786	10	N6
Sr-85	Goldfish	<i>Carassius auratus auratus</i>	Whole body	Freshwater	Water	0.1720	204	M1
Sr-85	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water		44.7	M4
Sr-85	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Whole body	Marine	Water		39.3	M4
Sr-85	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water	0.0044	158	N6
Sr-85	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water	0.0041	169	N6
Sr-85	Chestnut goby	<i>Gymnogobius breunigii</i>	Whole body	Brakish	Water	0.0051	136	N6
Sr-85	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water		100	N6
Sr-85	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water		90	N6
Sr-85	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Whole body	Brakish	Water		110	N6
Sr-85	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water		17	N6

Sr-85	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water	15	N6			
Sr-85	Asian clam	<i>Corbicula japonica</i>	Soft tissue	Brakish	Water	11	N6			
Tc-95m	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Water	110	N3			
Tc-95m	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water	200	N3			
Tc-95m	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Water	130	N3			
Tc-95m	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Water	60	N3			
Tc-95m	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Food	30	N3			
Tc-95m	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food	40	N3			
Tc-95m	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Food	40	N3			
Tc-95m	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Food	10	N3			
Zn-65	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Whole body	Marine	Water	0.8	N3			
Zn-65	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Water	50	N3			
Zn-65	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Water	100	N3			
Zn-65	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Water	120	N3			
Zn-65	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Water	150	N3			
Zn-65	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Water	60	N3			
Zn-65	Sakhalin surf clam	<i>Pseudocardium sachalinense</i>	Whole body	Marine	Food	30	N3			
Zn-65	Japanese scallop	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	Whole body	Marine	Food	50	N3			
Zn-65	Horned turban	<i>Turbo cornutus</i>	Whole body	Marine	Food	100	N3			
Zn-65	Disk abalone	<i>Haliotis discus</i>	Whole body	Marine	Food	250	N3			
Zn-65	Japanese ivory shell	<i>Babylonia japonica</i>	Whole body	Marine	Food	280	N3			
Zn-65	Ocellated octopus	<i>Octopus ocellatus</i>	Whole body	Marine	Food	50	N3			
Zn-65	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.348	2.0	0.027	25.7	N5
Zn-65	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.336	2.1	0.027	25.7	N5
Zn-65	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.539	1.3	0.026	26.7	N5
Zn-65	Northern sea urchin	<i>Strongylocentrotus nudus</i>	Whole body	Marine	Food	0.219	3.2	0.029	23.9	N5
Zn-65	Common mussel	<i>Mytilus edulis</i>	Whole body	Marine	Water	0.034		0.034	222.3	T1
Zn-65	Purplish bifurcate mussel	<i>Spitifer virgatus</i>	Whole body	Marine	Water	2.44	0.28	0.033	2.8	T1
Zr-95	Japanese common goby	<i>Acanthogobius lavimanus</i>	Whole body	Marine	Water	0.0081		0.0081	85	S3

References list

Code Details

- H1 Hirano, S., Matsuba, M., and Koyanagi, S. (1983). Influences of stable iodine upon the concentration of radioactive iodine by marine organisms. *Radioisotopes*, 32, 353-358.
- I1 Ichii, T., and Mugiya, Y. (1983). Comparative aspects of calcium dynamics in calcified tissues in the goldfish *Carassius auratus*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 49, 1039-1044.
- I2 Ikuta, K., and Nakahara, M. (1986). Radiomanganese distribution to female and male of *Haliotis discus* at the post-spawning stage. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 52, 1089-1094.
- I3 Ikuta, K., and Nakahara, M. (1986). Uptake, retention and excretion of ^{54}Mn by a perry whelk *Volutharpa ampullacea perryi*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 52, 1853-1859.
- I4 Ishikawa, Y., Suzuki, Y., Kasamatsu, F., Nagaya, Y., Shinoda, Y., Nakamura, R., and Nakahara, M. (2003). Effects of salinity on bioaccumulation of orally administered ^{137}Cs in juvenile Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*—an experimental study through a single oral dose with RI tracer. Report of Marine Ecology Research Institute, 5, 27-34.
- I5 Ishikawa, M., Koyanagi, T., and Saiki, M. (1976). Studies on the chemical behaviour of ^{106}Ru in sea water and its uptake by marine organisms-I. Accumulation and excretion of ^{106}Ru by Clam. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 42, 287-297.
- I6 岩田仲弘 (1988). マボヤによる放射性核種の取り込みと排出. 電力中央研究所報告, U87038.
- K1 金子泉, 池田弥生, 尾崎久雄. (1981). バフンウニにおける海水からのカルシウムの吸収と排出. 日本水産学会誌, 47, 1425-1430.
- K2 Kimura, K., and Ichikawa, R. (1972). Accumulation and retention of ingested cobalt-60 by the common goby. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 38, 1097-1103.
- K3 Kimura, Y., and Honda, Y. (1977). Uptake and elimination of some radionuclides by eggs and fry of rainbow trout (I). *Journal of Radiation Research*, 18, 170-181.
- K4 Kimura, Y., and Honda, Y. (1977). Uptake and elimination of some radionuclides by eggs and fry of rainbow trout (II). *Journal of Radiation Research*, 18, 182-193.
- K5 木村雄一郎, 小川喜弘, 本田嘉秀, 桂山幸典. (1981). 海産二枚貝による有機コバルト錯体と無機イオン形コバルトの濃縮ならびに排出に関する研究. 近畿大学原子力研究所年報, 18, 37-49.

- K6 Kimura, K. (1984). Accumulation and retention of cesium-137 by the common goby. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 50, 481-487.
- K7 Kimura, K. (1986). Accumulation and retention of antimony-125 in the short-necked clam. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 52, 531-537.
- M1 三宅定明, 出雲義朗. (2003). 陸水系における ^{90}Sr の放射生態に関する研究—キンギョ, *Carassius auratus auratus*, による飼育水中からの ^{85}Sr のとりこみについて—. *Radioisotopes*, 52, 20-26.
- M2 三宅定明, 茂木美砂子, 大沢尚, 中澤清明, 緒方裕光, 出雲義朗, 中村文雄. (1994). 陸水系における ^{137}Cs の放射生態に関する研究—キンギョ, *Carassius auratus auratus*, による飼育水中からの ^{137}Cs の取込みについて—. *Radioisotopes*, 43, 673-678.
- M3 三宅定明, 茂木美砂子, 大沢尚, 中澤清明, 緒方裕光, 出雲義朗, 中村文雄. (1996). 陸水系における ^{137}Cs の放射生態に関する研究—キンギョ, *Carassius auratus auratus*, における餌料からの ^{137}Cs の取込みについて—. *Radioisotopes*, 45, 360-368.
- M4 宮崎多恵子, 中原元和, 中村良一, 山本栄一, 平野茂樹, 渡部輝久. (2000). クローンヒラメを用いた RI 濃縮実験の試み. *Radioisotopes*, 49, 20-25.
- N1 Nakahara, M., Hirano, S., Ishii, T., and Koyanagi, T. (1979). Accumulation and excretion of cobalt-60 taken up from seawater by marine fishes. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 45, 1423-1428.
- N2 Nakahara, M., Koyanagi, T., Ueda, Y., and Shimizu, C. (1982). Accumulation of cobalt by cephalopods-I. Uptake and excretion of cobalt-60 taken up from seawater by *Octopus vulgaris*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 48, 1739-1744.
- N3 中原元和 (1993). 海洋生物中の放射性元素濃縮と食物連鎖. 放医研環境セミナーシリーズ No. 20, 13-22.
- N4 Nakamura, R., Nakahara, M., Suzuki, Y., and Ueda, T. (1982). Effects of chemical forms and intake pathways on the accumulation of radioactive cobalt by the abalone *Haliotis discus*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 48, 1639-1644.
- N5 Nakamura, R., Nakahara, M., Suzuki, Y., and Ueda, T. (1986). Relative importance of food and water in the accumulation of radionuclides by sea urchin *Strongylocentrotus nudus*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 52, 703-710.
- N6 中村良一, 中原元和, 石井紀明, 松葉満江, 渡部輝久, 木村健一, 鈴木 譲. (1999). ^{137}Cs , ^{90}Sr および ^{131}I の水圏における移行. 特別研究「環境における放射性物質の動態と被ばく線量算定に関する調査研究」(平成5年度～平成9年度) 最終報告書. NIRS-R-36. 26-52.
- S1 Shimizu, M., Kajihara, T., Suyama, I., and Hiyama, Y. (1971). Uptake of ^{58}Co by Mussel, *Mytilus edulis*. *Journal of Radiation Research*, 12, 17-28.
- S2 Suzuki, Y., Nakahara, M., Nakamura, R. (1978). Accumulation of Cesium-137 by useful mollusca. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 44, 325-329.

- S3 Suzuki, Y., Nakahara, M., Nakamura, R. (1978). Accumulation and excretion of ^{95}Zr and ^{95}Nb by common goby (*Acanthogobius flavimanus*). *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 45, 1293-1298.
- S4 Suzuki, Y., Nakahara, M., Nakamura, R., Ueda, T. (1982). Uptake and excretion of cobalt by sea cucumber *Stichopus japonicus* and prawn *Penaeus japonicus*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 48, 1495-1500.
- S5 Suzuki, Y., Nakamura, K., Nakamura, R., Nakahara, M., Ishii, T., Matsuba, M., and Nagaya, Y. (1992). Radioecological studies in the marine environment. In *Proceedings of the International Conference on Radiation Effects and Protection*. JAERI, 484-491.
- T1 Tateda, Y., and Koayanagi, T. (1986). Accumulation of radionuclides by common mussel *Mytilus edulis* and purplish bifurcate mussel *Septifer virgatus*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 52, 2019-2026.
- T2 Tateda, Y., Nakahara, M., and Koayanagi, T. (1984). Accumulation of iron-59 in marine animals from different uptake route. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 50, 89-93.
- T3 Tateda, Y., Hirano, S., and Koyanagi, T. (1985). Accumulation of iron-59 by black-fish *Girella punctata* from food organisms. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 51, 2067-2072.
- U1 Ueda T., and Nakahara, M. (1983). Accumulation of Co by marine fish. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 49, 651-654.
- U2 Ueda, T., Nakamura, R., and Suzuki, Y. (1976). Comparison of $^{115\text{m}}\text{Cd}$ accumulation from sediments and sea water by polychaete worms. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 42, 299-306.
- U3 Ueda T., Suzuki, Y., Nakamura, R., and Nakahara, M. (1982). Accumulation of Co by several species of marine bivalves. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 48, 993-997.
- U4 Ueda T., Suzuki, Y., Nakamura, R., and Nakahara, M. (1982). Accumulation of Co by bivalve *Tridacna crocea*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 48, 1293-1297.
- Y1 山中すみへ, 上田喜一, 吉田多摩夫. (1974). 魚類における水銀の動向について (Hg Series No. 16). *日本衛生学雑誌*, 28, 582-587.
- Y2 山中すみへ, 西村正雄, 永井充. (1983). マウス, ラットおよびコイにおける水銀化合物の代謝についてとくに全身および臓器別の生物学的半減期と体内分布からの検索. *日本衛生学雑誌*, 37, 871-879.

Table S3 Soil to crop transfer factor of radiocaesium

Type of crop	Species	Year	CR (FM/DM)	CR (DM/DM)	n	Ref
Leafy veg.	All, GM	2011	7.8E-4	1.1E-2	18	
Leafy veg.	All, GM	2012	2.4E-3	3.0E-2	24	
Leafy veg.	All, GM	2013	1.0E-3	1.4E-2	10	
Leafy veg.	All, GM	2014	7.9E-4	1.1E-2	10	
Leafy veg.	All, GM	2015	7.1E-4	9.5E-3	11	
Leafy veg.	All, GM	2016	4.8E-4	6.4E-3	10	
Leafy veg.	All, GM	2017	4.6E-4	6.1E-3	7	
Leafy veg.	All, GM	2018	5.6E-4	7.5E-3	8	
Leafy veg.	All, GM	2019	4.2E-4	5.6E-3	8	
Leafy veg.	All, GM	2020	8.7E-4	1.2E-2	8	
Leafy veg.	Cabbage	2011	1.8E-4	2.5E-3	3	K2
Leafy veg.	Cabbage	2011	1.9E-4	2.6E-3	3	F1
Leafy veg.	Cabbage	2011	5.7E-4	7.8E-3	3	S7
Leafy veg.	Cabbage	2012	8.2E-4	1.1E-2	1	M2
Leafy veg.	Cabbage	2013	3.5E-4	4.8E-3	1	M3
Leafy veg.	Cabbage	2014	2.0E-4	2.8E-3	1	M4
Leafy veg.	Cabbage	2015	4.7E-4	6.4E-3	1	M5
Leafy veg.	Cabbage	2017	7.3E-4	1.0E-2	1	M7
Leafy veg.	Cabbage	2018	6.4E-4	8.7E-3	1	M8
Leafy veg.	Cabbage	2019	5.5E-4	7.5E-3	1	M9
Leafy veg.	Cabbage	2020	7.4E-4	1.0E-2	1	M10
Leafy veg.	Chinese cabbage	2011	7.2E-5	1.5E-3	3	K2
Leafy veg.	Chinese chives	2011	2.2E-4	3.0E-3	3	K2
Leafy veg.	Chinese chives	2014	1.1E-3	1.4E-2	1	M4
Leafy veg.	Chinese chives	2015	1.6E-4	2.1E-3	1	M5
Leafy veg.	Chinese chives	2016	3.8E-4	5.1E-3	1	M6
Leafy veg.	Chinese chives	2017	1.5E-4	2.0E-3	1	M7
Leafy veg.	Chinese chives	2018	9.6E-4	1.3E-2	1	M8
Leafy veg.	Chinese chives	2019	1.2E-4	1.6E-3	1	M9
Leafy veg.	Chinese chives	2020	3.3E-4	4.5E-3	1	M10
Leafy veg.	Komatsuna	2011	1.2E-3	2.1E-2	3	K2
Leafy veg.	Komatsuna	2011	2.5E-3	4.3E-2	3	S6
Leafy veg.	Komatsuna	2011	7.1E-4	1.2E-2	3	S6
Leafy veg.	Komatsuna	2011	1.3E-3	2.2E-2	3	S6
Leafy veg.	Komatsuna	2011	1.8E-3	3.1E-2	3	S6
Leafy veg.	Komatsuna	2011	2.2E-3	3.8E-2	3	S7
Leafy veg.	Komatsuna	2012	7.3E-4	1.2E-2	-	S1
Leafy veg.	Komatsuna	2013	1.0E-4	1.8E-3	-	S1

Leafy veg.	Komatsuna	2012	3.5E-3	5.9E-2	1	A2
Leafy veg.	Komatsuna	2012	2.5E-3	4.2E-2	1	A2
Leafy veg.	Komatsuna	2012	4.1E-3	6.9E-2	1	A2
Leafy veg.	Komatsuna	2012	3.5E-3	6.0E-2	1	A2
Leafy veg.	Komatsuna	2012	2.7E-3	4.6E-2	1	A2
Leafy veg.	Komatsuna	2012	5.0E-3	8.5E-2	1	A2
Leafy veg.	Komatsuna	2020	3.1E-3	5.2E-2	1	M10
Leafy veg.	Lettuce	2011	2.1E-4	5.2E-3	3	K2
Leafy veg.	Lettuce	2011	2.0E-4	4.9E-3	3	F1
Leafy veg.	Mustard	2012	3.1E-3	2.7E-2	1	A2
Leafy veg.	Mustard	2012	3.0E-3	2.6E-2	1	A2
Leafy veg.	Mustard	2012	3.6E-3	3.1E-2	1	A2
Leafy veg.	Mustard	2012	4.0E-3	3.4E-2	1	A2
Leafy veg.	Mustard	2012	5.9E-3	5.1E-2	1	A2
Leafy veg.	Mustard	2012	5.0E-3	4.3E-2	1	A2
Leafy veg.	Shinobufuyuna	2011	1.3E-3		-	S3
Leafy veg.	Shinobufuyuna	2011	7.1E-3		-	S3
Leafy veg.	Shinobufuyuna	2012	3.5E-3		1	K1
Leafy veg.	Shinobufuyuna	2012	2.4E-3		1	K1
Leafy veg.	Spinach	2011	2.4E-3	3.1E-2	3	K2
Leafy veg.	Spinach	2011	1.9E-3	2.5E-2	3	S7
Leafy veg.	Spinach	2012	3.3E-3	4.4E-2	1	M2
Leafy veg.	Spinach	2012	2.3E-3	3.0E-2	1	M2
Leafy veg.	Spinach	2012	2.5E-3	3.3E-2	1	M2
Leafy veg.	Spinach	2012	3.5E-3	4.5E-2	1	M2
Leafy veg.	Spinach	2013	5.5E-4	7.2E-3	1	M3
Leafy veg.	Spinach	2013	3.0E-3	3.9E-2	1	M3
Leafy veg.	Spinach	2013	8.9E-4	1.2E-2	1	M3
Leafy veg.	Spinach	2013	2.0E-3	2.7E-2	1	M3
Leafy veg.	Spinach	2013	7.6E-4	1.0E-2	1	M3
Leafy veg.	Spinach	2014	5.4E-4	7.1E-3	1	M4
Leafy veg.	Spinach	2014	3.0E-4	4.0E-3	1	M4
Leafy veg.	Spinach	2014	2.3E-3	3.0E-2	1	M4
Leafy veg.	Spinach	2014	7.5E-4	9.8E-3	1	M4
Leafy veg.	Spinach	2015	2.9E-4	3.9E-3	1	M5
Leafy veg.	Spinach	2015	1.1E-3	1.4E-2	1	M5
Leafy veg.	Spinach	2015	2.9E-3	3.8E-2	1	M5
Leafy veg.	Spinach	2015	1.1E-3	1.5E-2	1	M5
Leafy veg.	Spinach	2015	2.4E-3	3.2E-2	1	M5
Leafy veg.	Spinach	2016	3.0E-4	4.0E-3	1	M6

Leafy veg.	Spinach	2016	1.5E-3	2.0E-2	1	M6
Leafy veg.	Spinach	2016	3.7E-4	4.8E-3	1	M6
Leafy veg.	Spinach	2016	4.7E-4	6.2E-3	1	M6
Leafy veg.	Spinach	2016	4.5E-4	5.9E-3	1	M6
Leafy veg.	Spinach	2017	7.7E-4	1.0E-2	1	M7
Leafy veg.	Spinach	2017	8.0E-4	1.0E-2	1	M7
Leafy veg.	Spinach	2017	7.0E-4	9.3E-3	1	M7
Leafy veg.	Spinach	2018	1.1E-3	1.5E-2	1	M8
Leafy veg.	Spinach	2018	4.6E-4	6.0E-3	1	M8
Leafy veg.	Spinach	2018	4.5E-4	5.9E-3	1	M8
Leafy veg.	Spinach	2018	6.2E-4	8.1E-3	1	M8
Leafy veg.	Spinach	2019	4.9E-4	6.5E-3	1	M9
Leafy veg.	Spinach	2019	2.6E-4	3.5E-3	1	M9
Leafy veg.	Spinach	2019	6.5E-4	8.5E-3	1	M9
Leafy veg.	Spinach	2019	8.7E-4	1.1E-2	1	M9
Leafy veg.	Spinach	2020	9.0E-4	1.2E-2	1	M10
Leafy veg.	Spinach	2020	1.3E-3	1.7E-2	1	M10
Leafy veg.	Spinach	2020	9.1E-4	1.2E-2	1	M10
Leafy veg.	Water dropwort	2012	1.9E-2	2.9E-1	1	M2
Leafy veg.	Water dropwort	2012	9.9E-4	1.5E-2	1	M2
Leafy veg.	Water dropwort	2013	1.6E-2	2.5E-1	1	M3
Leafy veg.	Water dropwort	2013	2.3E-3	3.5E-2	1	M3
Leafy veg.	Water dropwort	2014	1.5E-2	2.3E-1	1	M4
Leafy veg.	Water dropwort	2014	2.9E-3	4.4E-2	1	M4
Leafy veg.	Water dropwort	2015	5.8E-3	8.8E-2	1	M5
Leafy veg.	Water dropwort	2015	1.4E-3	2.1E-2	1	M5
Leafy veg.	Water dropwort	2016	3.5E-3	5.3E-2	1	M6
Leafy veg.	Water dropwort	2016	9.3E-4	1.4E-2	1	M6
Leafy veg.	Water dropwort	2017	9.3E-4	1.4E-2	1	M7
Leafy veg.	Water dropwort	2018	7.1E-4	1.1E-2	1	M8
Leafy veg.	Water dropwort	2019	1.1E-3	1.6E-2	1	M9
Leafy veg.	Water dropwort	2020	1.3E-3	2.0E-2	1	M10
Leafy veg.	Welsh onion	2011	1.7E-3	2.1E-2	3	K2
Leafy veg.	Welsh onion	2012	2.0E-4	2.4E-3	1	M2
Leafy veg.	Welsh onion	2012	1.8E-4	2.2E-3	1	M2
Leafy veg.	Welsh onion	2013	5.0E-4	6.1E-3	1	M3
Leafy veg.	Welsh onion	2014	1.7E-4	2.1E-3	1	M4
Leafy veg.	Welsh onion	2014	2.3E-4	2.8E-3	1	M4
Leafy veg.	Welsh onion	2015	8.5E-5	1.0E-3	1	M5
Leafy veg.	Welsh onion	2015	1.8E-4	2.2E-3	1	M5
Leafy veg.	Welsh onion	2016	8.8E-5	1.1E-3	1	M6

Leafy veg.	Welsh onion	2016	1.5E-4	1.8E-3	1	M6
Leafy veg.	Welsh onion	2017	9.3E-5	1.1E-3	1	M7
Leafy veg.	Welsh onion	2018	1.7E-4	2.1E-3	1	M8
Leafy veg.	Welsh onion	2019	1.7E-4	2.1E-3	1	M9
Leafy veg.	Welsh onion	2020	3.1E-4	3.8E-3	1	M10
Non-leafy veg.	All, GM	2011	7.2E-4		9	
Non-leafy veg.	All, GM	2012	4.7E-4		3	
Non-leafy veg.	All, GM	2013	1.6E-4		3	
Non-leafy veg.	Asparagus	2011	2.2E-4	2.9E-3	-	F1
Non-leafy veg.	Asparagus	2011	4.1E-3	5.5E-2	-	F1
Non-leafy veg.	Asparagus	2011	1.7E-4	2.3E-3	-	F1
Non-leafy veg.	Asparagus	2011	6.5E-4	8.7E-3	-	F1
Non-leafy veg.	Asparagus	2011	8.0E-4	1.1E-2	-	S7
Non-leafy veg.	Asparagus	2011	2.8E-4	3.8E-3	-	O1
Non-leafy veg.	Asparagus	2012	1.3E-4	1.7E-3	-	O1
Non-leafy veg.	Asparagus	2013	2.2E-4	3.0E-3	-	O1
Non-leafy veg.	Broccoli	2011	1.5E-3	1.4E-2	3	K2
Non-leafy veg.	Broccoli	2011	6.7E-4	6.1E-3	3	F1
Non-leafy veg.	Broccoli	2011	2.3E-3	2.1E-2	3	S7
Non-leafy veg.	Broccoli	2012	3.2E-4	2.9E-3	-	S1
Non-leafy veg.	Broccoli	2013	1.6E-4	1.5E-3	-	S1
Non-leafy veg.	Broccoli	2012	2.5E-3	2.3E-2	1	M2
Non-leafy veg.	Broccoli	2013	1.1E-4	9.7E-4	1	M3
Non-leafy veg.	Taranome	2013	1.1E-4	1.1E-3	3	S2
Non-leafy veg.	Taranome	2013	1.1E-4	1.1E-3	3	S2
Fruit veg.	All, GM	2011	9.3E-4	1.5E-2	26	
Fruit veg.	All, GM	2012	2.3E-4	4.1E-3	6	
Fruit veg.	All, GM	2013	1.7E-4	3.3E-3	6	
Fruit veg.	All, GM	2014	1.5E-4	2.7E-3	4	
Fruit veg.	All, GM	2015	1.9E-4	3.3E-3	3	
Fruit veg.	All, GM	2016	1.4E-4	2.6E-3	4	
Fruit veg.	All, GM	2017	1.4E-4	2.4E-3	3	
Fruit veg.	All, GM	2018	1.4E-4	2.1E-3	4	
Fruit veg.	All, GM	2019	1.8E-4	2.7E-3	5	
Fruit veg.	All, GM	2020	2.0E-4	3.6E-3	4	
Fruit veg.	Cucumber	2011	1.4E-4	3.0E-3	3	K2
Fruit veg.	Cucumber	2011	6.5E-4	1.4E-2	3	F1
Fruit veg.	Cucumber	2011	2.7E-3	6.0E-2	3	F1
Fruit veg.	Cucumber	2011	8.8E-3	1.9E-1	3	F1

Fruit veg.	Cucumber	2011	6.3E-4	1.4E-2	3	S7
Fruit veg.	Cucumber	2012	9.4E-5	2.0E-3	-	S1
Fruit veg.	Cucumber	2013	5.2E-5	1.1E-3	-	S1
Fruit veg.	Cucumber	2012	2.1E-4	4.6E-3	1	M2
Fruit veg.	Cucumber	2012	5.0E-4	1.1E-2	1	M2
Fruit veg.	Cucumber	2013	2.2E-4	4.7E-3	1	M3
Fruit veg.	Cucumber	2013	4.2E-4	9.2E-3	1	M3
Fruit veg.	Cucumber	2013	9.7E-5	2.1E-3	1	M3
Fruit veg.	Cucumber	2014	3.6E-4	7.9E-3	1	M4
Fruit veg.	Cucumber	2014	1.8E-4	3.9E-3	1	M4
Fruit veg.	Cucumber	2015	2.2E-4	4.8E-3	1	M5
Fruit veg.	Cucumber	2016	1.5E-4	3.2E-3	1	M6
Fruit veg.	Cucumber	2016	1.3E-4	2.9E-3	1	M6
Fruit veg.	Cucumber	2017	1.8E-4	4.0E-3	1	M7
Fruit veg.	Cucumber	2018	2.2E-4	4.8E-3	1	M8
Fruit veg.	Cucumber	2018	7.0E-5	1.5E-3	1	M8
Fruit veg.	Cucumber	2019	3.1E-4	6.8E-3	1	M9
Fruit veg.	Cucumber	2019	4.4E-4	9.6E-3	1	M9
Fruit veg.	Cucumber	2020	5.5E-4	1.2E-2	1	M10
Fruit veg.	Cucumber	2020	3.9E-4	8.5E-3	1	M10
Fruit veg.	Eggplant	2011	1.6E-4	2.4E-3	3	K2
Fruit veg.	Eggplant	2011	8.6E-4	1.3E-2	3	F1
Fruit veg.	Eggplant	2011	4.2E-3	6.2E-2	3	F1
Fruit veg.	Eggplant	2011	3.3E-3	4.9E-2	3	F1
Fruit veg.	Eggplant	2011	8.7E-4	1.3E-2	3	S7
Fruit veg.	Eggplant	2012	3.7E-4	5.5E-3	1	M2
Fruit veg.	Eggplant	2013	1.8E-4	2.7E-3	1	M3
Fruit veg.	Eggplant	2014	5.5E-5	8.1E-4	1	M4
Fruit veg.	Eggplant	2015	2.2E-4	3.2E-3	1	M5
Fruit veg.	Eggplant	2016	1.7E-4	2.5E-3	1	M6
Fruit veg.	Eggplant	2017	9.4E-5	1.4E-3	1	M7
Fruit veg.	Eggplant	2019	1.1E-4	1.6E-3	1	M9
Fruit veg.	Eggplant	2020	6.8E-5	9.9E-4	1	M10
Fruit veg.	Green pepper	2011	3.3E-4	4.9E-3	3	K2
Fruit veg.	Green pepper	2011	3.5E-4	5.3E-3	3	F1
Fruit veg.	Green pepper	2011	2.3E-3	3.5E-2	3	F1
Fruit veg.	Green pepper	2011	4.7E-3	7.1E-2	3	F1
Fruit veg.	Green pepper	2011	6.6E-4	1.0E-2	3	S7
Fruit veg.	Green pepper	2012	2.1E-4	3.1E-3	1	M2
Fruit veg.	Green pepper	2013	3.0E-4	4.6E-3	1	M3
Fruit veg.	Green pepper	2014	1.4E-4	2.1E-3	1	M4

Fruit veg.	Green pepper	2015	1.5E-4	2.3E-3	1	M5
Fruit veg.	Green pepper	2016	1.3E-4	2.0E-3	1	M6
Fruit veg.	Green pepper	2017	1.7E-4	2.6E-3	1	M7
Fruit veg.	Green pepper	2018	8.0E-5	1.2E-3	1	M8
Fruit veg.	Green pepper	2019	7.3E-5	1.1E-3	1	M9
Fruit veg.	Green pepper	2020	1.1E-4	1.7E-3	1	M10
Fruit veg.	Pumpkin	2018	3.1E-4	2.3E-3	1	M8
Fruit veg.	Pumpkin	2019	1.8E-4	1.3E-3	1	M9
Fruit veg.	Strawberry	2012	1.9E-4	2.9E-3	3	K2
Fruit veg.	Tomato	2011	2.7E-4	4.5E-3	3	K2
Fruit veg.	Tomato	2011	6.3E-4	1.1E-2	1	E1
Fruit veg.	Tomato	2011	5.3E-4	8.8E-3	1	E1
Fruit veg.	Tomato	2011	1.0E-3	1.7E-2	1	E1
Fruit veg.	Tomato	2011	2.0E-3	3.3E-2	1	E1
Fruit veg.	Tomato	2011	3.1E-4	5.2E-3	1	E1
Fruit veg.	Tomato	2011	8.4E-4	1.4E-2	3	F1
Fruit veg.	Tomato	2011	2.9E-3	4.8E-2	3	F1
Fruit veg.	Tomato	2011	4.9E-3	8.1E-2	3	F1
Fruit veg.	Cherry tomato	2011	1.4E-4	1.6E-3	3	K2
Fruit veg.	Zucchini	2011	8.2E-4	3.4E-3	3	S7
Leguminous veg.	All, GM	2011	3.9E-2	4.9E-2	13	
Leguminous veg.	All, GM	2012	7.7E-3	1.1E-2	16	
Leguminous veg.	All, GM	2013	5.2E-3	6.9E-3	22	
Leguminous veg.	All, GM	2014	2.8E-3	3.1E-3	4	
Leguminous veg.	All, GM	2015	2.9E-3	5.0E-3	6	
Leguminous veg.	All, GM	2016	8.7E-4	1.8E-3	4	
Leguminous veg.	All, GM	2017	1.0E-3	2.6E-3	6	
Leguminous veg.	All, GM	2018	8.8E-4	1.0E-3	5	
Leguminous veg.	All, GM	2019	1.6E-3	4.1E-3	3	
Leguminous veg.	All, GM	2020	1.7E-3	3.2E-3	5	
Leguminous veg.	Common bean	2011	1.0E-3	1.2E-3	3	K2
Leguminous veg.	Common bean	2018	6.3E-5	7.5E-5	1	M8
Leguminous veg.	Common bean, young	2012	3.6E-4	4.6E-3	1	M2
Leguminous veg.	Common bean, young	2013	4.8E-4	6.1E-3	1	M3
Leguminous veg.	Common bean, young	2016	2.1E-4	2.6E-3	1	M6
Leguminous veg.	Common bean, young	2017	1.3E-4	1.6E-3	1	M7
Leguminous veg.	Common bean, young	2019	5.6E-5	7.2E-4	1	M9
Leguminous veg.	Common bean, young	2020	1.1E-3	1.4E-2	1	M10
Leguminous veg.	Field peas, young	2015	3.7E-4	4.7E-3	1	M5
Leguminous veg.	Field peas, young	2017	3.9E-4	4.9E-3	1	M7

Leguminous veg.	Soybean (Edamame)	2011	3.5E-3	1.3E-2	3	K2
Leguminous veg.	Soybean (Edamame)	2012	4.6E-3	1.6E-2	-	S1
Leguminous veg.	Soybean (Edamame)	2013	2.9E-3	1.0E-2	-	S1
Leguminous veg.	Soybean	2011	1.7E-1	1.9E-1	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	1.9E-1	2.1E-1	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	1.1E-1	1.2E-1	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	9.9E-2	1.1E-1	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	1.2E-1	1.4E-1	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	5.1E-2	5.8E-2	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	4.3E-3	4.9E-3	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	8.9E-3	1.0E-2	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	7.7E-2	8.8E-2	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	2.4E-1	2.8E-1	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2011	9.2E-2	1.1E-1	1	A1
Leguminous veg.	Soybean	2012	2.0E-2	2.2E-2	1	Y3
Leguminous veg.	Soybean	2012	1.0E-2	1.2E-2	1	Y3
Leguminous veg.	Soybean	2012	1.7E-2	2.0E-2	1	Y3
Leguminous veg.	Soybean	2012	1.5E-2	1.7E-2	1	Y3
Leguminous veg.	Soybean	2012	3.5E-3	4.0E-3	1	Y3
Leguminous veg.	Soybean	2012	1.1E-2	1.3E-2	1	Y3
Leguminous veg.	Soybean	2013	2.2E-2	2.5E-2	1	T1
Leguminous veg.	Soybean	2013	7.9E-3	9.1E-3	1	T1
Leguminous veg.	Soybean	2013	6.2E-3	7.0E-3	1	T1
Leguminous veg.	Soybean	2013	2.9E-3	3.3E-3	1	T1
Leguminous veg.	Soybean	2013	1.5E-3	1.7E-3	1	T1
Leguminous veg.	Soybean	2013	4.3E-3	5.0E-3	1	T2
Leguminous veg.	Soybean	2013	5.3E-3	6.0E-3	1	T2
Leguminous veg.	Soybean	2013	9.7E-3	1.1E-2	1	T2
Leguminous veg.	Soybean	2013	1.2E-2	1.3E-2	1	T2
Leguminous veg.	Soybean	2013	1.4E-2	1.6E-2	1	T2
Leguminous veg.	Soybean	2013	1.4E-2	1.6E-2	1	T2
Leguminous veg.	Soybean	2013	2.4E-2	2.7E-2	1	T2
Leguminous veg.	Soybean	2012	2.3E-3	2.7E-3	1	M2
Leguminous veg.	Soybean	2012	2.0E-3	2.2E-3	1	M2
Leguminous veg.	Soybean	2012	2.3E-2	2.7E-2	1	M2
Leguminous veg.	Soybean	2012	8.3E-3	9.5E-3	1	M2
Leguminous veg.	Soybean	2012	1.1E-2	1.2E-2	1	M2
Leguminous veg.	Soybean	2012	2.5E-2	2.8E-2	1	M2
Leguminous veg.	Soybean	2012	1.2E-2	1.4E-2	1	M2
Leguminous veg.	Soybean	2012	1.7E-2	2.0E-2	1	M2
Leguminous veg.	Soybean	2013	2.4E-3	2.7E-3	1	M3

Leguminous veg.	Soybean	2013	1.3E-3	1.5E-3	1	M3
Leguminous veg.	Soybean	2013	8.3E-3	9.5E-3	1	M3
Leguminous veg.	Soybean	2013	5.0E-3	5.7E-3	1	M3
Leguminous veg.	Soybean	2013	6.8E-3	7.8E-3	1	M3
Leguminous veg.	Soybean	2013	1.7E-2	1.9E-2	1	M3
Leguminous veg.	Soybean	2013	1.8E-3	2.1E-3	1	M3
Leguminous veg.	Soybean	2013	2.4E-3	2.7E-3	1	M3
Leguminous veg.	Soybean	2014	1.9E-3	2.2E-3	1	M4
Leguminous veg.	Soybean	2014	5.3E-4	6.1E-4	1	M4
Leguminous veg.	Soybean	2014	9.1E-3	1.0E-2	1	M4
Leguminous veg.	Soybean	2014	6.2E-3	7.1E-3	1	M4
Leguminous veg.	Soybean	2015	3.5E-3	4.0E-3	1	M5
Leguminous veg.	Soybean	2015	2.7E-3	3.1E-3	1	M5
Leguminous veg.	Soybean	2015	2.9E-3	3.3E-3	1	M5
Leguminous veg.	Soybean	2015	6.0E-3	6.8E-3	1	M5
Leguminous veg.	Soybean	2015	1.0E-2	1.2E-2	1	M5
Leguminous veg.	Soybean	2016	3.1E-4	3.6E-4	1	M6
Leguminous veg.	Soybean	2016	8.8E-4	1.0E-3	1	M6
Leguminous veg.	Soybean	2016	1.0E-2	1.1E-2	1	M6
Leguminous veg.	Soybean	2017	9.2E-4	1.1E-3	1	M7
Leguminous veg.	Soybean	2017	2.5E-3	2.9E-3	1	M7
Leguminous veg.	Soybean	2017	1.8E-3	2.0E-3	1	M7
Leguminous veg.	Soybean	2017	5.0E-3	5.7E-3	1	M7
Leguminous veg.	Soybean	2018	7.8E-4	8.9E-4	1	M8
Leguminous veg.	Soybean	2018	3.3E-3	3.8E-3	1	M8
Leguminous veg.	Soybean	2018	5.7E-4	6.5E-4	1	M8
Leguminous veg.	Soybean	2018	5.7E-3	6.5E-3	1	M8
Leguminous veg.	Soybean	2019	5.7E-3	6.5E-3	1	M9
Leguminous veg.	Soybean	2019	1.3E-2	1.5E-2	1	M9
Leguminous veg.	Soybean	2020	1.2E-3	1.4E-3	1	M10
Leguminous veg.	Soybean	2020	2.2E-3	2.6E-3	1	M10
Leguminous veg.	Soybean	2020	1.1E-3	1.2E-3	1	M10
Leguminous veg.	Soybean	2020	4.8E-3	5.5E-3	1	M10
Root crops	All, GM	2011	6.1E-4	8.1E-3	3	
Root crops	All, GM	2012	1.6E-3	2.4E-2	18	
Root crops	All, GM	2013	1.6E-4	3.0E-3	3	
Root crops	All, GM	2014	1.0E-4	1.8E-3	3	
Root crops	All, GM	2015	8.9E-4	1.4E-2	2	
Root crops	All, GM	2016	1.8E-4	2.7E-3	3	
Root crops	All, GM	2017	2.0E-4	2.9E-3	3	

Root crops	All, GM	2018	3.5E-4	5.3E-3	3	
Root crops	All, GM	2019	3.4E-4	5.3E-3	4	
Root crops	All	2020	1.3E-4	2.5E-3	1	
Root crops	Burdock	2012	5.4E-4	3.0E-3	3	S8
Root crops	Carrot	2011	7.7E-4	7.3E-3	3	K2
Root crops	Carrot	2012	4.1E-4	3.9E-3	3	S8
Root crops	Carrot	2015	5.1E-4	4.8E-3	1	M5
Root crops	Carrot	2016	3.3E-4	3.1E-3	1	M6
Root crops	Carrot	2017	1.3E-4	1.2E-3	1	M7
Root crops	Carrot	2018	5.7E-4	5.4E-3	1	M8
Root crops	Carrot	2019	1.6E-3	1.5E-2	1	M9
Root crops	Japanese radish	2011	2.0E-3	3.6E-2	3	K2
Root crops	Japanese radish	2012	1.8E-4	3.3E-3	3	S8
Root crops	Japanese radish	2012	1.7E-3	3.1E-2	-	A2
Root crops	Japanese radish	2012	3.9E-3	7.1E-2	-	A2
Root crops	Japanese radish	2012	3.9E-3	7.1E-2	-	A2
Root crops	Japanese radish	2012	3.5E-3	6.4E-2	-	A2
Root crops	Japanese radish	2012	4.2E-3	7.8E-2	-	A2
Root crops	Japanese radish	2012	6.1E-3	1.1E-1	-	A2
Root crops	Japanese radish	2012	9.6E-4	1.8E-2	1	M2
Root crops	Japanese radish	2012	1.1E-4	2.0E-3	1	M2
Root crops	Japanese radish	2013	2.0E-5	3.7E-4	1	M3
Root crops	Japanese radish	2013	2.0E-3	3.6E-2	1	M3
Root crops	Japanese radish	2013	1.1E-4	2.0E-3	1	M3
Root crops	Japanese radish	2014	1.3E-5	2.4E-4	1	M4
Root crops	Japanese radish	2014	7.9E-4	1.5E-2	1	M4
Root crops	Japanese radish	2014	9.7E-5	1.8E-3	1	M4
Root crops	Japanese radish	2015	1.3E-3	2.4E-2	1	M5
Root crops	Japanese radish	2016	2.3E-5	4.3E-4	1	M6
Root crops	Japanese radish	2016	7.7E-4	1.4E-2	1	M6
Root crops	Japanese radish	2017	9.6E-5	1.8E-3	1	M7
Root crops	Japanese radish	2017	6.3E-4	1.2E-2	1	M7
Root crops	Japanese radish	2018	1.2E-3	2.2E-2	1	M8
Root crops	Japanese radish	2018	6.7E-5	1.2E-3	1	M8
Root crops	Japanese radish	2019	5.4E-5	1.0E-3	1	M9
Root crops	Japanese radish	2019	1.5E-3	2.7E-2	1	M9
Root crops	Japanese radish	2019	9.9E-5	1.8E-3	1	M9
Root crops	Japanese radish	2020	1.3E-4	2.5E-3	1	M10
Root crops	Turnip	2011	1.5E-4	2.0E-3	3	K2
Root crops	Turnip	2012	8.8E-4	1.1E-2	3	S8
Root crops	Turnip	2012	2.2E-3	2.9E-2	-	A2

Root crops	Turnip	2012	4.4E-3	5.7E-2	-	A2
Root crops	Turnip	2012	1.8E-3	2.3E-2	-	A2
Root crops	Turnip	2012	2.6E-3	3.4E-2	-	A2
Root crops	Turnip	2012	4.9E-3	6.3E-2	-	A2
Root crops	Turnip	2012	4.3E-3	5.6E-2	-	A2
Tubers	All, GM	2011	8.5E-4	9.7E-3	7	
Tubers	All, GM	2012	1.5E-3	6.2E-3	4	
Tubers	All	2013	3.6E-3	1.1E-2	1	
Tubers	All, GM	2015	4.1E-3	2.0E-2	4	
Tubers	All	2020	6.3E-4	3.1E-3	1	
Tubers	Konjac	2011	1.7E-3	4.5E-2	3	H2
Tubers	Konjac	2011	1.0E-3	2.6E-2	3	H2
Tubers	Potato	2011	6.9E-4	3.4E-3	3	K2
Tubers	Potato	2011	1.9E-3	9.6E-3	3	S7
Tubers	Potato	2015	3.2E-3	1.6E-2	-	N2
Tubers	Potato	2015	2.8E-3	1.4E-2	-	N2
Tubers	Potato	2015	5.9E-3	2.9E-2	-	N2
Tubers	Potato	2015	5.4E-3	2.7E-2	-	N2
Tubers	Potato	2020	6.3E-4	3.1E-3	1	M10
Tubers	Sweet potato	2011	5.4E-3	1.6E-2	3	K2
Tubers	Sweet potato	2012	8.7E-4	2.6E-3	3	S8
Tubers	Sweet potato	2012	2.8E-3	8.3E-3	-	S1
Tubers	Sweet potato	2013	3.6E-3	1.1E-2	-	S1
Tubers	Taro	2011	2.2E-4	1.4E-3	3	K2
Tubers	Taro	2012	6.8E-4	4.2E-3	3	S8
Tubers	Yacon	2011	1.2E-4		3	K2
Tubers	Yamanoimo	2012	2.8E-3	1.6E-2	3	S8
Oil seeds						
Seeds	Sunflower	2011	6.6E-3	6.8E-3	-	H-1
Seeds	Sunflower	2011	5.0E-3	5.1E-3	-	H-1
Seeds	Sunflower	2011	1.4E-2	1.4E-2	-	H-1
Seeds	Sunflower	2011	1.8E-2	1.8E-2	-	H-1
Seeds	Sunflower	2011	3.1E-3	3.2E-3	-	H-1
Seeds	Sunflower	2011	3.5E-3	3.6E-3	-	H-1
Seeds	Sunflower	2011	3.3E-3	3.4E-3	-	H-1
Seeds	Sunflower	2011	3.4E-3	3.5E-3	-	H-1
Seeds	Sunflower	2011	2.7E-3	2.8E-3	-	H-1
Seeds	Rapeseed	2011	5.9E-2		-	H3
Seeds	Rapeseed	2011	3.7E-1		-	H3

Seeds	Rapeseed	2011	4.0E-1		-	H3
Seeds	Rapeseed	2011	4.1E-1		-	H3
Seeds	Rapeseed	2011	6.9E-2		-	H3
Other gains						
Other gains	Buckwheat	2012	1.1E-2	1.2E-2	1	M2
Other gains	Buckwheat	2012	1.4E-2	1.7E-2	1	M2
Other gains	Buckwheat	2013	3.6E-3	4.1E-3	1	M3
Other gains	Buckwheat	2014	4.1E-3	4.7E-3	1	M4
Other gains	Buckwheat	2015	2.0E-2	2.3E-2	1	M5
Other gains	Buckwheat	2016	3.3E-3	3.8E-3	1	M6
Other gains	Buckwheat	2016	8.3E-3	9.6E-3	1	M6
Other gains	Buckwheat	2017	1.6E-2	1.8E-2	1	M7
Other gains	Buckwheat	2018	1.9E-2	2.2E-2	1	M8
Other gains	Buckwheat	2019	5.0E-3	5.8E-3	1	M9
Other gains	Buckwheat	2020	6.8E-3	7.9E-3	1	M10
Other gains	Sweet corn	2011	4.3E-4	1.9E-3	3	K2
Other gains	Sorgham	2014		2.4E-3	3	S5
Fodder	All, GM	2012	2.5E-2		10	
Fodder	All, GM	2013	2.1E-2		10	
Fodder	All, GM	2014	1.5E-2		10	
Fodder	All, GM	2015	2.1E-2		10	
Fodder	All, GM	2016	1.7E-2		9	
Fodder	All, GM	2017	2.3E-2		9	
Fodder	All, GM	2018	1.9E-2		9	
Fodder	All, GM	2019	1.2E-2		8	
Fodder	All, GM	2020	1.8E-2		8	
Fodder	Pasture	2012	2.5E-3	1.3E-2	1	M2
Fodder	Pasture	2012	9.5E-2	4.8E-1	1	M2
Fodder	Pasture	2012	4.3E-2	2.2E-1	1	M2
Fodder	Pasture	2012	4.2E-2	2.1E-1	1	M2
Fodder	Pasture	2012	3.4E-2	1.7E-1	1	M2
Fodder	Pasture	2012	1.3E-2	6.5E-2	1	M2
Fodder	Pasture	2012	6.4E-3	3.2E-2	1	M2
Fodder	Pasture	2012	1.1E-2	5.5E-2	1	M2
Fodder	Pasture	2012	1.2E-1	5.8E-1	1	M2
Fodder	Pasture	2012	5.1E-2	2.6E-1	1	M2
Fodder	Pasture	2013	3.2E-3	1.6E-2	1	M3
Fodder	Pasture	2013	6.4E-2	3.2E-1	1	M3
Fodder	Pasture	2013	5.4E-2	2.7E-1	1	M3

Fodder	Pasture	2013	1.3E-2	6.5E-2	1	M3
Fodder	Pasture	2013	3.6E-2	1.8E-1	1	M3
Fodder	Pasture	2013	2.3E-2	1.2E-1	1	M3
Fodder	Pasture	2013	7.3E-2	3.6E-1	1	M3
Fodder	Pasture	2013	2.0E-3	1.0E-2	1	M3
Fodder	Pasture	2013	5.8E-3	2.9E-2	1	M3
Fodder	Pasture	2013	1.8E-1	8.9E-1	1	M3
Fodder	Pasture	2014	4.0E-4	2.0E-3	1	M4
Fodder	Pasture	2014	4.5E-2	2.3E-1	1	M4
Fodder	Pasture	2014	6.9E-3	3.5E-2	1	M4
Fodder	Pasture	2014	6.1E-2	3.0E-1	1	M4
Fodder	Pasture	2014	8.3E-3	4.2E-2	1	M4
Fodder	Pasture	2014	1.0E-2	5.1E-2	1	M4
Fodder	Pasture	2014	3.7E-2	1.9E-1	1	M4
Fodder	Pasture	2014	1.4E-3	6.9E-3	1	M4
Fodder	Pasture	2014	1.8E-1	8.8E-1	1	M4
Fodder	Pasture	2014	1.2E-1	6.0E-1	1	M4
Fodder	Pasture	2015	3.7E-2	1.8E-1	1	M5
Fodder	Pasture	2015	1.4E-1	7.1E-1	1	M5
Fodder	Pasture	2015	1.2E-2	5.8E-2	1	M5
Fodder	Pasture	2015	1.0E-2	5.1E-2	1	M5
Fodder	Pasture	2015	9.7E-3	4.8E-2	1	M5
Fodder	Pasture	2015	2.4E-2	1.2E-1	1	M5
Fodder	Pasture	2015	8.3E-4	4.1E-3	1	M5
Fodder	Pasture	2015	7.0E-1	3.5E+0	1	M5
Fodder	Pasture	2015	6.3E-2	3.1E-1	1	M5
Fodder	Pasture	2016	1.8E-2	9.1E-2	1	M6
Fodder	Pasture	2016	2.5E-2	1.2E-1	1	M6
Fodder	Pasture	2016	2.2E-2	1.1E-1	1	M6
Fodder	Pasture	2016	2.2E-2	1.1E-1	1	M6
Fodder	Pasture	2016	1.3E-2	6.6E-2	1	M6
Fodder	Pasture	2016	1.1E-2	5.7E-2	1	M6
Fodder	Pasture	2016	8.6E-4	4.3E-3	1	M6
Fodder	Pasture	2016	1.4E-1	6.9E-1	1	M6
Fodder	Pasture	2016	3.2E-2	1.6E-1	1	M6
Fodder	Pasture	2017	2.3E-2	1.2E-1	1	M7
Fodder	Pasture	2017	5.2E-2	2.6E-1	1	M7
Fodder	Pasture	2017	1.1E-2	5.6E-2	1	M7
Fodder	Pasture	2017	2.0E-2	1.0E-1	1	M7
Fodder	Pasture	2017	2.9E-2	1.4E-1	1	M7
Fodder	Pasture	2017	1.2E-3	6.2E-3	1	M7

Fodder	Pasture	2017	1.1E-1	5.3E-1	1	M7
Fodder	Pasture	2017	6.0E-2	3.0E-1	1	M7
Fodder	Pasture	2017	3.4E-2	1.7E-1	1	M7
Fodder	Pasture	2018	2.2E-3	1.1E-2	1	M8
Fodder	Pasture	2018	3.9E-2	1.9E-1	1	M8
Fodder	Pasture	2018	1.8E-2	8.9E-2	1	M8
Fodder	Pasture	2018	3.4E-2	1.7E-1	1	M8
Fodder	Pasture	2018	3.0E-2	1.5E-1	1	M8
Fodder	Pasture	2018	1.4E-3	6.9E-3	1	M8
Fodder	Pasture	2018	1.2E-1	6.0E-1	1	M8
Fodder	Pasture	2018	3.2E-2	1.6E-1	1	M8
Fodder	Pasture	2018	4.7E-2	2.4E-1	1	M8
Fodder	Pasture	2019	9.0E-3	4.5E-2	1	M9
Fodder	Pasture	2019	2.4E-2	1.2E-1	1	M9
Fodder	Pasture	2019	8.4E-3	4.2E-2	1	M9
Fodder	Pasture	2019	4.8E-3	2.4E-2	1	M9
Fodder	Pasture	2019	1.8E-3	8.9E-3	1	M9
Fodder	Pasture	2019	2.2E-2	1.1E-1	1	M9
Fodder	Pasture	2019	2.6E-2	1.3E-1	1	M9
Fodder	Pasture	2019	5.1E-2	2.6E-1	1	M9
Fodder	Pasture	2020	2.5E-2	1.2E-1	1	M10
Fodder	Pasture	2020	4.1E-2	2.1E-1	1	M10
Fodder	Pasture	2020	1.4E-2	6.9E-2	1	M10
Fodder	Pasture	2020	2.1E-2	1.1E-1	1	M10
Fodder	Pasture	2020	1.1E-3	5.4E-3	1	M10
Fodder	Pasture	2020	4.3E-2	2.1E-1	1	M10
Fodder	Pasture	2020	2.2E-2	1.1E-1	1	M10
Fodder	Pasture	2020	3.5E-2	1.7E-1	1	M10
Fodder	Corn	2015	2.5E-3	1.2E-2	1	M5
Fodder	Corn	2014	2.2E-3	1.1E-2	1	N1
Fodder	Italian rye-grass	2014	6.7E-3	3.3E-2	1	S4
Fodder	Orchard grass	2015	3.6E-3	1.8E-2	1	M1
Fodder	Orchard grass	2015	3.4E-3	1.7E-2	1	M1
Fodder	Orchard grass	2015	2.7E-3	1.3E-2	1	M1
Fodder	Orchard grass	2015	2.9E-3	1.4E-2	1	M1
Fodder	Orchard grass	2015	6.8E-3	3.4E-2	1	M1
Fodder	Orchard grass	2015	3.6E-3	1.8E-2	1	M1
Fodder	Orchard grass	2015	1.6E-2	8.1E-2	1	M1
Fodder	Sudangrass	2015	3.8E-3	1.9E-2	1	Y1
Fodder	Sudangrass	2015	5.7E-3	2.9E-2	1	Y1
Fodder	Corn	2015	2.2E-3	1.1E-2	1	Y2

Non-edible

Non-edible	Welsh onion	2011	2.9E-3	3	K2
Non-edible	Cabbage	2011	2.5E-4	3	K2
Non-edible	Chinese cabbage	2011	1.1E-3	3	K2
Non-edible	Lettuce	2011	1.4E-3	3	K2
Non-edible	Broccoli	2011	1.6E-3	3	K2
Non-edible	Cucumber	2011	3.9E-3	3	K2
Non-edible	Tomato	2011	3.4E-3	3	K2
Non-edible	Cherry tomato	2011	2.9E-3	3	K2
Non-edible	Eggplant	2011	6.5E-3	3	K2
Non-edible	Green pepper	2011	6.1E-3	3	K2
Non-edible	Strawberry	2011	2.4E-3	3	K2
Non-edible	Field bean	2011	1.6E-2	3	K2
Non-edible	Soybean(Edamame)	2011	4.2E-3	3	K2
Non-edible	Japanese radish	2011	3.6E-3	3	K2
Non-edible	Turnip	2011	5.1E-4	3	K2
Non-edible	Carrot	2011	4.8E-3	3	K2
Non-edible	Sweet corn	2011	2.7E-3	3	K2
Non-edible	Potato	2011	1.0E-2	3	K2
Non-edible	Sweet potato	2011	5.4E-3	3	K2
Non-edible	Taro	2011	1.9E-3	3	K2
Non-edible	Yacon	2011	2.2E-4	3	K2
Non-edible	Rape, leaves and stems	2011	1.0E-1	-	H3
Non-edible	Rape, leaves and stems	2011	4.4E-1	-	H3
Non-edible	Rape, leaves and stems	2011	1.7E-1	-	H3
Non-edible	Rape, leaves and stems	2011	7.8E-1	-	H3
Non-edible	Rape, leaves and stems	2011	3.0E-2	-	H3
Non-edible	Asparagus October	2011	4.3E-3	3	F1
Non-edible	Asparagus October	2011	3.3E-3	3	F1
Non-edible	Asparagus October	2011	5.6E-3	3	F1
Non-edible	Sorgham	2014	6.5E-3	3	S5
Non-edible	Sorgham	2014	5.1E-3	3	S5

References list

Code	Details
A1	Arai 2011 (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453446.pdf)
A2	Aung, H. P., Djedidi, S., Oo, A. Z., Aye, Y. S., Yokoyama, T., Suzuki, S., Sekimoto, H. and Bellingrath-Kimura, S. D. (2015). Growth and ^{137}Cs uptake of four Brassica species influenced by inoculation with a plant growth-promoting rhizobacterium <i>Bacillus pumilus</i> in three contaminated farmlands in Fukushima prefecture, Japan. <i>Science of the Total Environment</i> , 521, 261-269.
E1	Endo, R., Kadokura, H., Tanaka, K., Ubukata, S., Tsubura, H., and Ozaki, Y. (2013). Analysis of factors involved in absorption of radioactive caesium for processing tomatoes. <i>Radioisotopes (Tokyo)</i> , 62(5), 275-280.
F1	Fukushima prefecture 2014, Guidelines for decontamination and technical measures for radioactive cesium in crops, No.3 (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/61508.pdf)
H1	Hirayama 2011a (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453447.pdf)
H2	Hirayama 2011b (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453449.pdf)
H3	Hirayama 2011c (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453448.pdf)
K1	Kanayama, Y., Omura, M., Goryo, T., Shigeta, T., Shibuya, T., and Nakai, Y. (2018). Radiocesium distribution in soil and Brassica napus grown in contaminated soils. <i>The Horticulture Journal</i> , 87(2), 250-257.
K2	Kobayashi 2013 (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/254096.pdf)
M1	Matsuki 2015 (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/456173.pdf)
M2	農林水産省関係放射能調査研究年報 H24 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200440857)
M3	農林水産省関係放射能調査研究年報 H25 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200440865)
M4	農林水産省関係放射能調査研究年報 H26 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200486777)
M5	農林水産省関係放射能調査研究年報 H27 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200506780)
M6	農林水産省関係放射能調査研究年報 H28 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200512796)
M7	農林水産省関係放射能調査研究年報 H29 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200518652)
M8	農林水産省関係放射能調査研究年報 H30 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200523314)
M9	農林水産省関係放射能調査研究年報 R1 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200537298)
M10	農林水産省関係放射能調査研究年報 R2 (http://www.library-archive.maff.go.jp/Contents/200544369)
N1	Nemoto 2014 (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/454896.pdf)
N2	Nemoto 2015 (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/456177.pdf)
O1	Ono 2013 (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453916.pdf)
S1	Seiichi Saito 2013a (https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453923.pdf)

- S2 Seichi Saito 2013b (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/454026.pdf>)
- S3 杉浦広幸, 酒井創, 香山雪彦. (2014). 福島市で栽培したシノブフユナ (*Brassica rapa*) の部位と栽培土壌における放射性セシウム濃度の推移. *日本放射線安全管理学会誌*, 13(2), 159-165.
- S4 Suzuki 2014a (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/454893.pdf>)
- S5 Suzuki 2014b (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/454892.pdf>)
- S6 Tadaaki Saito 2011 (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453424.pdf>)
- S7 Takashi Saito 2011 (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453427.pdf>)
- S8 Takashi Saito 2012 (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453787.pdf>)
- T1 Takeuchi 2013a (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453942.pdf>)
- T2 Takeuchi 2013b (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453943.pdf>)
- Y1 Yanagida 2015a (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/456174.pdf>)
- Y2 Yanagida 2015b (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/456176.pdf>)
- Y3 Yoshitoku 2012 (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/453806.pdf>)
-

Table S4 Concentration ratio (CR, L/kg fresh mass) of radiocaesium in freshwater fish (whole)

System	Species	Sampling date	Bq/kg	Water sampling date	Bq/L	CR
Abukuma River	Amur Minnow	2014/6/25	11.0	2014/6/24	0.077	143
Abukuma River	Amur Minnow	2014/6/27	10.0	2014/6/24	0.015	667
Abukuma River	Amur Minnow	2014/8/28	9.3	2014/8/26	0.087	107
Abukuma River	Amur Minnow	2014/8/29	15.0	2014/8/26	0.049	306
Abukuma River	Amur Minnow	2014/10/23	13.0	2014/10/21	0.026	500
Abukuma River	Amur Minnow	2014/12/3	14.0	2014/12/4	0.020	700
Abukuma River	Amur Minnow	2015/6/17	5.3	2015/6/18	0.064	83
Abukuma River	Amur Minnow	2015/8/25	11.0	2015/8/18	0.062	177
Abukuma River	Amur Minnow	2015/12/2	8.2	2015/12/1	0.032	256
Abukuma River	Amur Minnow	2015/12/8	8.2	2015/12/1	0.024	342
Abukuma River	Amur Minnow	2016/10/23	13.0	2016/10/17	0.037	351
Abukuma River	Amur Minnow	2016/10/23	4.1	2016/10/17	0.018	228
Abukuma River	Amur Minnow	2017/6/20	7.5	2017/6/13	0.013	577
Abukuma River	Amur Minnow	2017/8/25	11.0	2017/8/30	0.016	688
Uda River	Amur Minnow	2014/6/28	40.0	2014/6/25	0.044	909
Uda River	Amur Minnow	2018/10/20	2.9	2018/10/23	0.005	580
Mano River	Amur Minnow	2014/7/4	32.0	2014/7/4	0.046	703
Mano River	Amur Minnow	2015/6/20	32.0	2015/6/19	0.043	744
Mano River	Amur Minnow	2015/10/23	25.0	2015/10/23	0.024	1042
Mano River	Amur Minnow	2017/6/14	13.0	2017/6/14	0.012	1083
Mano River	Amur Minnow	2017/8/22	7.2	2017/8/28	0.016	450
Mano River	Amur Minnow	2018/6/6	11.0	2018/6/6	0.013	846
Mano River	Amur Minnow	2018/8/28	11.0	2018/8/28	0.023	478
Hayama Lake	Amur Minnow	2015/6/25	7.8	2015/6/24	0.055	143
Hayama Lake	Amur Minnow	2017/6/16	19.0	2017/6/16	0.023	826
Hayama Lake	Amur Minnow	2017/8/21	8.2	2017/8/21	0.018	456
Hayama Lake	Amur Minnow	2018/6/1	31.0	2018/6/1	0.013	2385
Hayama Lake	Amur Minnow	2018/10/22	32.0	2018/10/22	0.009	3478
Akimoto Lake	Amur Minnow	2014/6/24	11.0	2014/6/24	0.017	638
Akimoto Lake	Amur Minnow	2014/8/26	6.0	2014/8/26	0.018	336
Akimoto Lake	Amur Minnow	2014/8/26	17.0	2014/8/26	0.018	951
Akimoto Lake	Amur Minnow	2014/10/21	9.7	2014/10/21	0.030	323
Akimoto Lake	Amur Minnow	2015/6/16	13.0	2015/6/16	0.065	199
Akimoto Lake	Amur Minnow	2015/12/1	9.5	2015/12/1	0.016	601
Akimoto Lake	Amur Minnow	2016/6/6	3.8	2016/6/6	0.011	360
Akimoto Lake	Amur Minnow	2016/8/18	4.3	2016/8/19	0.029	150
Akimoto Lake	Amur Minnow	2016/10/18	10.0	2016/10/18	0.044	230
Akimoto Lake	Amur Minnow	2017/6/19	4.5	2017/6/20	0.008	533

Akimoto Lake	Amur Minnow	2017/8/25	5.0	2017/8/25	0.012	429
Akimoto Lake	Amur Minnow	2017/10/18	7.3	2017/10/18	0.011	658
Akimoto Lake	Amur Minnow	2018/8/30	3.3	2018/8/30	0.012	270
Akimoto Lake	Amur Minnow	2018/12/1	3.4	2018/12/1	0.010	338
Abukuma River	Ayu	2014/6/27	10.0	2014/6/24	0.015	667
Abukuma River	Ayu	2014/8/25	14.0	2014/8/26	0.120	117
Abukuma River	Ayu	2014/8/29	15.0	2014/8/26	0.049	306
Abukuma River	Ayu	2015/6/24	53.0	2015/6/18	0.130	408
Abukuma River	Ayu	2015/8/23	93.0	2015/8/18	0.052	1788
Abukuma River	Ayu	2016/6/1	14.0	2016/5/26	0.026	538
Uda River	Ayu	2017/6/17	16.0	2017/6/14	0.009	1720
Uda River	Ayu	2018/6/2	21.0	2018/6/6	0.014	1500
Uda River	Ayu	2018/8/25	18.0	2018/8/28	0.010	1800
Uda River	Ayu	2018/10/20	16.0	2018/10/23	0.005	3200
Ota River	Ayu	2014/9/1	960.0	2014/9/1	0.310	3097
Ota River	Ayu	2016/5/30	140.0	2016/5/30	0.092	1522
Mano River	Ayu	2014/7/4	53.0	2014/7/4	0.046	1165
Mano River	Ayu	2014/8/30	38.0	2014/9/3	0.070	547
Mano River	Ayu	2015/6/20	75.0	2015/6/19	0.043	1744
Mano River	Ayu	2016/6/1	21.0	2016/5/31	0.016	1313
Mano River	Ayu	2016/10/20	44.0	2016/10/20	0.014	3143
Mano River	Ayu	2017/6/14	35.0	2017/6/14	0.012	2917
Mano River	Ayu	2017/8/22	94.0	2017/8/28	0.016	5875
Mano River	Ayu	2018/6/1	24.0	2018/6/6	0.013	1846
Mano River	Ayu	2018/6/6	44.0	2018/6/6	0.013	3385
Mano River	Ayu	2018/8/27	18.0	2018/8/28	0.023	783
Mano River	Ayu	2018/8/28	32.0	2018/8/28	0.023	1391
Mano River	Ayu	2018/10/23	35.0	2018/10/23	0.012	2917
Niida River	Ayu	2014/7/3	95.0	2014/7/5	0.480	198
Niida River	Ayu	2014/7/3	260.0	2014/7/5	0.480	542
Niida River	Ayu	2014/8/31	150.0	2014/9/2	0.185	811
Niida River	Ayu	2015/6/19	150.0	2015/6/17	0.670	224
Niida River	Ayu	2015/8/22	170.0	2015/8/22	0.130	1308
Niida River	Ayu	2016/6/1	98.0	2016/5/27	0.036	2722
Niida River	Ayu	2017/6/18	110.0	2017/6/15	0.029	3793
Niida River	Ayu	2017/8/22	32.0	2017/8/28	0.110	291
Niida River	Ayu	2018/9/1	47.0	2018/9/7	0.050	940
Hayama Lake	Ayu	2018/8/26	23.0	2018/8/27	0.016	1438
Abukuma River	White spotted char	2014/6/27	24.0	2014/6/24	0.015	1600
Mano River	White spotted char	2018/10/31	3.6	2018/10/23	0.012	300
Hayama Lake	White spotted char	2017/12/4	39.0	2017/12/4	0.010	4021

Hayama Lake	White spotted char	2018/8/27	480.0	2018/8/27	0.016	30000
Hayama Lake	White spotted char	2018/10/22	140.0	2018/10/22	0.009	15217
Akimoto Lake	White spotted char	2014/6/24	55.0	2014/6/24	0.017	3188
Akimoto Lake	White spotted char	2014/8/27	53.0	2014/8/26	0.018	2965
Akimoto Lake	White spotted char	2014/8/27	69.0	2014/8/26	0.018	3860
Akimoto Lake	White spotted char	2014/10/21	34.0	2014/10/21	0.030	1133
Akimoto Lake	White spotted char	2014/12/3	33.0	2014/12/4	0.018	1808
Akimoto Lake	White spotted char	2015/6/16	57.0	2015/6/16	0.065	874
Akimoto Lake	White spotted char	2015/8/26	46.0	2015/8/27	0.017	2746
Akimoto Lake	White spotted char	2015/10/21	32.0	2015/10/21	0.013	2379
Akimoto Lake	White spotted char	2015/12/1	35.0	2015/12/1	0.016	2215
Akimoto Lake	White spotted char	2016/6/6	41.0	2016/6/6	0.011	3886
Akimoto Lake	White spotted char	2016/6/6	8.4	2016/6/6	0.011	796
Akimoto Lake	White spotted char	2016/6/6	5.2	2016/6/6	0.011	493
Akimoto Lake	White spotted char	2016/10/18	30.0	2016/10/18	0.044	690
Akimoto Lake	White spotted char	2016/12/1	27.0	2016/12/1	0.011	2547
Akimoto Lake	White spotted char	2017/6/20	49.0	2017/6/20	0.008	5799
Akimoto Lake	White spotted char	2017/6/20	9.0	2017/6/20	0.008	1065
Akimoto Lake	White spotted char	2017/6/19	3.0	2017/6/20	0.008	355
Akimoto Lake	White spotted char	2017/8/25	34.0	2017/8/25	0.012	2918
Akimoto Lake	White spotted char	2017/10/18	30.0	2017/10/18	0.011	2703
Akimoto Lake	White spotted char	2017/12/1	31.0	2017/12/1	0.014	2153
Akimoto Lake	White spotted char	2018/5/30	47.0	2018/5/30	0.006	8246
Inawashiro Lake	White spotted char	2015/6/17	30.0	2015/6/17	0.012	2439
Inawashiro Lake	White spotted char	2015/6/17	53.0	2015/6/17	0.012	4309
Inawashiro Lake	White spotted char	2015/8/26	85.0	2015/8/27	0.014	6296
Inawashiro Lake	White spotted char	2015/10/20	75.0	2015/10/20	0.012	6383
Inawashiro Lake	White spotted char	2016/6/5	50.0	2016/6/5	0.010	4843
Inawashiro Lake	White spotted char	2016/6/5	40.0	2016/6/5	0.010	3874
Inawashiro Lake	White spotted char	2016/6/5	86.0	2016/6/5	0.011	7818
Inawashiro Lake	White spotted char	2016/8/18	58.0	2016/8/18	0.011	5273
Inawashiro Lake	White spotted char	2016/10/19	45.0	2016/10/19	0.010	4627
Inawashiro Lake	White spotted char	2016/10/19	43.0	2016/10/19	0.010	4410
Inawashiro Lake	White spotted char	2017/6/19	43.0	2017/6/19	0.009	5029
Inawashiro Lake	White spotted char	2017/8/24	1.5	2017/8/24	0.008	184
Inawashiro Lake	White spotted char	2017/10/18	45.0	2017/10/18	0.008	5590
Inawashiro Lake	White spotted char	2018/5/29	15.0	2018/5/29	0.006	2344
Inawashiro Lake	White spotted char	2018/10/17	37.0	2018/10/17	0.007	5362
Abukuma River	Japanese dace	2014/6/25	11.0	2014/6/24	0.077	143
Abukuma River	Japanese dace	2014/6/27	15.0	2014/6/24	0.015	1000
Abukuma River	Japanese dace	2014/8/28	24.0	2014/8/26	0.087	276

Abukuma River	Japanese dace	2014/8/29	28.0	2014/8/26	0.049	571
Abukuma River	Japanese dace	2014/12/2	19.0	2014/12/4	0.014	1357
Abukuma River	Japanese dace	2015/8/21	14.0	2015/8/18	0.052	269
Abukuma River	Japanese dace	2015/8/21	11.0	2015/8/18	0.052	212
Abukuma River	Japanese dace	2015/8/25	14.0	2015/8/18	0.020	700
Abukuma River	Japanese dace	2015/10/21	28.0	2015/10/20	0.019	1474
Abukuma River	Japanese dace	2016/10/23	10.0	2016/10/17	0.037	270
Abukuma River	Japanese dace	2016/10/23	5.3	2016/10/17	0.018	294
Abukuma River	Japanese dace	2016/12/2	6.7	2016/12/9	0.011	609
Abukuma River	Japanese dace	2017/6/20	19.0	2017/6/13	0.013	1462
Abukuma River	Japanese dace	2017/6/9	8.3	2017/6/13	0.023	361
Abukuma River	Japanese dace	2017/8/25	12.0	2017/8/30	0.016	750
Abukuma River	Japanese dace	2018/10/19	11.0	2018/10/25	0.009	1236
Abukuma River	Japanese dace	2018/10/20	4.1	2018/10/25	0.007	577
Abukuma River	Japanese dace	2018/12/1	6.7	2018/12/7	0.012	583
Abukuma River	Japanese dace	2018/12/2	13.0	2018/12/7	0.008	1566
Uda River	Japanese dace	2014/6/28	26.0	2014/6/25	0.044	591
Uda River	Japanese dace	2014/9/2	28.0	2014/9/4	0.036	778
Uda River	Japanese dace	2015/8/19	16.0	2015/8/19	0.023	696
Uda River	Japanese dace	2015/10/22	15.0	2015/10/21	0.009	1667
Uda River	Japanese dace	2016/10/20	8.2	2016/10/18	0.008	1025
Uda River	Japanese dace	2016/12/4	11.0	2016/12/8	0.006	1833
Uda River	Japanese dace	2017/12/2	8.3	2017/12/5	0.004	2243
Uda River	Japanese dace	2018/6/2	7.7	2018/6/6	0.014	550
Uda River	Japanese dace	2018/8/25	11.0	2018/8/28	0.010	1100
Uda River	Japanese dace	2018/10/20	7.1	2018/10/23	0.005	1420
Ota River	Japanese dace	2014/7/1	790.0	2014/7/8	0.340	2324
Ota River	Japanese dace	2014/9/1	570.0	2014/9/1	0.310	1839
Ota River	Japanese dace	2014/10/23	750.0	2014/10/25	0.330	2273
Ota River	Japanese dace	2014/12/6	550.0	2014/12/3	0.250	2200
Ota River	Japanese dace	2015/6/19	470.0	2015/6/16	0.190	2474
Ota River	Japanese dace	2015/8/21	430.0	2015/8/21	0.280	1536
Ota River	Japanese dace	2015/10/24	330.0	2015/10/24	0.200	1650
Ota River	Japanese dace	2015/12/9	230.0	2015/12/5	0.200	1150
Ota River	Japanese dace	2016/5/30	350.0	2016/5/30	0.180	1944
Ota River	Japanese dace	2016/8/21	270.0	2016/8/22	0.720	375
Ota River	Japanese dace	2016/12/6	350.0	2016/12/6	0.150	2333
Ota River	Japanese dace	2017/6/15	260.0	2017/6/15	0.130	2000
Ota River	Japanese dace	2017/12/6	330.0	2017/12/6	0.170	1941
Ota River	Japanese dace	2018/6/7	330.0	2018/6/7	0.140	2357
Mano River	Japanese dace	2014/10/26	49.0	2014/10/23	0.062	797

Mano River	Japanese dace	2014/12/2	80.0	2014/12/6	0.027	3019
Mano River	Japanese dace	2015/8/22	15.0	2015/8/20	0.058	259
Mano River	Japanese dace	2015/8/22	40.0	2015/8/20	0.032	1250
Mano River	Japanese dace	2015/10/23	31.0	2015/10/23	0.024	1292
Mano River	Japanese dace	2015/12/4	35.0	2015/12/4	0.022	1591
Mano River	Japanese dace	2016/6/1	29.0	2016/5/31	0.024	1208
Mano River	Japanese dace	2016/10/20	26.0	2016/10/20	0.014	1857
Mano River	Japanese dace	2016/12/7	14.0	2016/12/5	0.017	824
Mano River	Japanese dace	2017/6/14	24.0	2017/6/14	0.012	2000
Mano River	Japanese dace	2017/8/22	15.0	2017/8/28	0.016	938
Mano River	Japanese dace	2017/12/5	12.0	2017/12/5	0.010	1250
Mano River	Japanese dace	2018/6/6	20.0	2018/6/6	0.013	1538
Mano River	Japanese dace	2018/8/27	7.1	2018/8/28	0.023	309
Mano River	Japanese dace	2018/10/23	21.0	2018/10/23	0.012	1750
Niida River	Japanese dace	2014/7/3	150.0	2014/7/5	0.480	313
Niida River	Japanese dace	2014/8/31	150.0	2014/9/2	0.185	811
Niida River	Japanese dace	2014/12/5	95.0	2014/12/2	0.220	432
Niida River	Japanese dace	2015/6/19	47.0	2015/6/17	0.670	70
Niida River	Japanese dace	2015/8/22	79.0	2015/8/22	0.130	608
Niida River	Japanese dace	2015/10/25	92.0	2015/10/22	0.032	2875
Niida River	Japanese dace	2015/12/3	66.0	2015/12/3	0.029	2276
Niida River	Japanese dace	2016/6/1	45.0	2016/5/27	0.036	1250
Niida River	Japanese dace	2016/10/21	40.0	2016/10/19	0.021	1905
Niida River	Japanese dace	2016/12/8	34.0	2016/12/7	0.038	895
Niida River	Japanese dace	2017/6/18	26.0	2017/6/15	0.029	897
Niida River	Japanese dace	2018/6/2	28.0	2018/6/7	0.031	903
Niida River	Japanese dace	2018/10/21	40.0	2018/10/24	0.036	1111
Hayama Lake	Japanese dace	2014/10/28	260.0	2014/10/27	0.098	2653
Hayama Lake	Japanese dace	2015/12/7	150.0	2015/12/7	0.059	2528
Hayama Lake	Japanese dace	2017/6/16	29.0	2017/6/16	0.023	1261
Hayama Lake	Japanese dace	2017/10/20	18.0	2017/10/20	0.079	228
Hayama Lake	Japanese dace	2017/12/4	30.0	2017/12/4	0.010	3093
Hayama Lake	Japanese dace	2018/6/1	63.0	2018/6/1	0.013	4846
Hayama Lake	Japanese dace	2018/8/27	66.0	2018/8/27	0.028	2400
Hayama Lake	Japanese dace	2018/8/26	34.0	2018/8/27	0.016	2125
Akimoto Lake	Japanese dace	2014/6/24	86.0	2014/6/24	0.017	4986
Akimoto Lake	Japanese dace	2014/8/27	53.0	2014/8/26	0.018	2965
Akimoto Lake	Japanese dace	2014/10/21	57.0	2014/10/21	0.030	1900
Akimoto Lake	Japanese dace	2014/12/3	38.0	2014/12/4	0.018	2082
Akimoto Lake	Japanese dace	2015/6/16	40.0	2015/6/16	0.065	613
Akimoto Lake	Japanese dace	2015/8/26	33.0	2015/8/27	0.017	1970

Akimoto Lake	Japanese dace	2015/10/21	33.0	2015/10/21	0.013	2454
Akimoto Lake	Japanese dace	2016/6/6	40.0	2016/6/6	0.011	3791
Akimoto Lake	Japanese dace	2016/6/6	23.0	2016/6/6	0.011	2180
Akimoto Lake	Japanese dace	2016/10/18	54.0	2016/10/18	0.044	1241
Akimoto Lake	Japanese dace	2016/12/1	29.0	2016/12/1	0.011	2736
Akimoto Lake	Japanese dace	2017/6/20	37.0	2017/6/20	0.008	4379
Akimoto Lake	Japanese dace	2017/8/25	29.0	2017/8/25	0.012	2489
Akimoto Lake	Japanese dace	2017/10/18	44.0	2017/10/18	0.011	3964
Akimoto Lake	Japanese dace	2017/12/1	35.0	2017/12/1	0.014	2431
Akimoto Lake	Japanese dace	2018/5/30	39.0	2018/5/30	0.006	6842
Akimoto Lake	Japanese dace	2018/10/18	4.3	2018/10/18	0.007	585
Akimoto Lake	Japanese dace	2018/12/1	28.0	2018/12/1	0.010	2786
Inawashiro Lake	Japanese dace	2014/6/26	61.0	2014/6/26	0.017	3588
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/6/17	45.0	2015/6/17	0.012	3659
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/6/17	53.0	2015/6/17	0.012	4309
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/6/14	41.0	2015/6/17	0.013	3154
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/6/14	21.0	2015/6/17	0.013	1615
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/8/26	28.0	2015/8/27	0.014	2074
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/8/26	13.0	2015/8/27	0.014	963
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/8/22	8.8	2015/8/27	0.012	733
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/10/20	17.0	2015/10/20	0.012	1447
Inawashiro Lake	Japanese dace	2015/12/2	5.6	2015/12/2	0.012	487
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/6/5	19.0	2016/6/5	0.010	1840
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/6/5	31.0	2016/6/5	0.010	3002
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/6/5	48.0	2016/6/5	0.011	4364
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/6/5	29.0	2016/6/5	0.011	2636
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/8/18	25.0	2016/8/18	0.011	2273
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/8/18	12.0	2016/8/18	0.010	1244
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/8/18	15.0	2016/8/18	0.010	1554
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/10/19	14.0	2016/10/19	0.010	1440
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/10/19	29.0	2016/10/19	0.010	2982
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/10/19	15.0	2016/10/19	0.010	1538
Inawashiro Lake	Japanese dace	2016/10/19	28.0	2016/10/19	0.010	2872
Inawashiro Lake	Japanese dace	2017/6/19	28.0	2017/6/19	0.009	3275
Inawashiro Lake	Japanese dace	2017/10/18	12.0	2017/10/18	0.008	1491
Inawashiro Lake	Japanese dace	2018/5/29	10.0	2018/5/29	0.006	1563
Inawashiro Lake	Japanese dace	2018/10/17	16.0	2018/10/17	0.007	2319
Abukuma River	Pale chub	2014/8/28	14.0	2014/8/26	0.087	161
Abukuma River	Pale chub	2014/8/29	16.0	2014/8/26	0.049	327
Abukuma River	Pale chub	2014/10/23	18.0	2014/10/21	0.026	692
Abukuma River	Pale chub	2015/8/25	12.0	2015/8/18	0.020	600

Abukuma River	Pale chub	2015/12/2	13.0	2015/12/1	0.032	406
Abukuma River	Pale chub	2016/10/23	13.0	2016/10/17	0.037	351
Abukuma River	Pale chub	2016/12/2	7.3	2016/12/9	0.011	664
Abukuma River	Pale chub	2018/10/20	6.8	2018/10/25	0.007	958
Abukuma River	Pale chub	2018/12/1	3.9	2018/12/7	0.012	339
Abukuma River	Pale chub	2018/12/2	6.8	2018/12/7	0.008	819
Uda River	Pale chub	2014/6/28	22.0	2014/6/25	0.044	500
Uda River	Pale chub	2014/9/2	15.0	2014/9/4	0.036	417
Uda River	Pale chub	2014/12/7	19.0	2014/12/5	0.012	1583
Uda River	Pale chub	2015/10/22	17.0	2015/10/21	0.009	1889
Uda River	Pale chub	2015/12/3	13.0	2015/12/2	0.006	2167
Uda River	Pale chub	2016/10/20	8.6	2016/10/18	0.008	1075
Uda River	Pale chub	2016/12/4	10.0	2016/12/8	0.006	1667
Uda River	Pale chub	2017/6/17	13.0	2017/6/14	0.009	1398
Uda River	Pale chub	2018/8/25	12.0	2018/8/28	0.010	1200
Uda River	Pale chub	2018/10/20	5.9	2018/10/23	0.005	1180
Ota River	Pale chub	2014/7/1	420.0	2014/7/8	0.340	1235
Ota River	Pale chub	2014/9/1	210.0	2014/9/1	0.310	677
Ota River	Pale chub	2014/10/23	480.0	2014/10/25	0.330	1455
Ota River	Pale chub	2014/12/6	340.0	2014/12/3	0.250	1360
Ota River	Pale chub	2016/5/30	490.0	2016/5/30	0.180	2722
Ota River	Pale chub	2016/8/21	190.0	2016/8/22	0.720	264
Ota River	Pale chub	2017/6/15	240.0	2017/6/15	0.130	1846
Ota River	Pale chub	2018/6/7	220.0	2018/6/7	0.140	1571
Mano River	Pale chub	2014/7/4	120.0	2014/7/4	0.046	2637
Mano River	Pale chub	2015/6/20	61.0	2015/6/19	0.043	1419
Mano River	Pale chub	2015/6/20	80.0	2015/6/19	0.043	1860
Mano River	Pale chub	2015/8/20	92.0	2015/8/20	0.032	2875
Mano River	Pale chub	2015/10/23	25.0	2015/10/23	0.024	1042
Mano River	Pale chub	2016/6/1	12.0	2016/5/31	0.024	500
Mano River	Pale chub	2016/10/20	22.0	2016/10/20	0.014	1571
Mano River	Pale chub	2017/6/14	22.0	2017/6/14	0.012	1833
Mano River	Pale chub	2017/8/22	18.0	2017/8/28	0.016	1125
Mano River	Pale chub	2018/6/6	17.0	2018/6/6	0.013	1308
Mano River	Pale chub	2018/8/27	4.5	2018/8/28	0.023	196
Mano River	Pale chub	2018/8/28	18.0	2018/8/28	0.023	783
Niida River	Pale chub	2014/7/3	110.0	2014/7/5	0.480	229
Niida River	Pale chub	2014/8/31	80.0	2014/9/2	0.185	432
Niida River	Pale chub	2014/10/24	170.0	2014/10/24	0.180	944
Niida River	Pale chub	2014/12/5	110.0	2014/12/2	0.220	500
Niida River	Pale chub	2015/6/19	59.0	2015/6/17	0.670	88

Niida River	Pale chub	2015/8/22	69.0	2015/8/22	0.130	531
Niida River	Pale chub	2015/12/3	62.0	2015/12/3	0.029	2138
Niida River	Pale chub	2016/6/1	38.0	2016/5/27	0.036	1056
Niida River	Pale chub	2017/6/18	27.0	2017/6/15	0.029	931
Niida River	Pale chub	2018/6/2	36.0	2018/6/7	0.031	1161
Akimoto Lake	Pale chub	2015/6/16	32.0	2015/6/16	0.065	491
Akimoto Lake	Pale chub	2016/10/18	13.0	2016/10/18	0.044	299
Inawashiro Lake	Pale chub	2014/9/2	6.4	2014/8/27	0.014	465
Inawashiro Lake	Pale chub	2015/8/21	12.0	2015/8/27	0.012	1000
Inawashiro Lake	Pale chub	2015/12/2	6.1	2015/12/2	0.012	530
Inawashiro Lake	Pale chub	2016/8/18	6.3	2016/8/18	0.010	653
Inawashiro Lake	Pale chub	2016/10/19	9.3	2016/10/19	0.010	956
Inawashiro Lake	Pale chub	2016/10/19	4.8	2016/10/19	0.010	492
Inawashiro Lake	Pale chub	2017/6/19	7.8	2017/6/19	0.009	912
Inawashiro Lake	Pale chub	2017/10/18	7.8	2017/10/18	0.008	969
Inawashiro Lake	Pale chub	2018/10/17	7.7	2018/10/17	0.007	1116
Abukuma River	Largemouth bass	2018/10/19	7.0	2018/10/25	0.009	761
Niida River	Largemouth bass	2014/8/31	150.0	2014/9/2	0.185	811
Hayama Lake	Largemouth bass	2015/12/7	350.0	2015/12/7	0.059	5899
Hayama Lake	Largemouth bass	2018/8/27	350.0	2018/8/27	0.028	12727
Akimoto Lake	Largemouth bass	2015/6/16	85.0	2015/6/16	0.065	1304
Akimoto Lake	Largemouth bass	2016/6/6	84.0	2016/6/6	0.011	7962
Akimoto Lake	Largemouth bass	2017/10/18	42.0	2017/10/18	0.011	3784
Akimoto Lake	Largemouth bass	2018/12/1	29.0	2018/12/1	0.010	2886
Abukuma River	Japanese fluvial sculpin	2014/8/29	6.8	2014/8/26	0.049	139
Abukuma River	Japanese fluvial sculpin	2015/8/25	8.4	2015/8/18	0.020	420
Abukuma River	Japanese fluvial sculpin	2015/12/8	5.3	2015/12/1	0.024	221
Abukuma River	Japanese fluvial sculpin	2016/10/23	3.7	2016/10/17	0.018	206
Abukuma River	Japanese fluvial sculpin	2016/12/2	3.5	2016/12/9	0.011	318
Abukuma River	Japanese fluvial sculpin	2017/8/25	3.1	2017/8/30	0.016	194
Abukuma River	Japanese fluvial sculpin	2018/12/1	2.2	2018/12/7	0.004	564
Uda River	Japanese fluvial sculpin	2018/12/2	8.7	2018/12/6	0.006	1381
Ota River	Japanese fluvial sculpin	2014/9/1	640.0	2014/9/1	0.310	2065
Ota River	Japanese fluvial sculpin	2015/10/24	600.0	2015/10/24	0.200	3000
Ota River	Japanese fluvial sculpin	2016/5/30	700.0	2016/5/30	0.180	3889
Ota River	Japanese fluvial sculpin	2016/8/21	530.0	2016/8/22	0.720	736
Ota River	Japanese fluvial sculpin	2017/6/15	430.0	2017/6/15	0.130	3308
Ota River	Japanese fluvial sculpin	2018/10/24	430.0	2018/10/24	0.180	2389
Ota River	Japanese fluvial sculpin	2018/12/5	440.0	2018/12/5	0.180	2444
Mano River	Japanese fluvial sculpin	2017/6/14	31.0	2017/6/14	0.012	2583
Mano River	Japanese fluvial sculpin	2018/6/6	34.0	2018/6/6	0.013	2615

Mano River	Japanese fluvial sculpin	2018/10/23	23.0	2018/10/23	0.012	1917
Niida River	Japanese fluvial sculpin	2017/6/18	41.0	2017/6/15	0.029	1414
Niida River	Japanese fluvial sculpin	2018/10/21	32.0	2018/10/24	0.036	889
Akimoto Lake	Japanese fluvial sculpin	2014/6/24	14.0	2014/6/24	0.017	812
Akimoto Lake	Japanese fluvial sculpin	2014/6/24	19.0	2014/6/24	0.017	1101
Akimoto Lake	Japanese fluvial sculpin	2016/6/6	12.0	2016/6/6	0.011	1137
Akimoto Lake	Japanese fluvial sculpin	2017/6/20	6.7	2017/6/20	0.008	793
Akimoto Lake	Japanese fluvial sculpin	2018/5/30	4.1	2018/5/30	0.006	719
Abukuma River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2017/6/20	9.1	2017/6/13	0.013	700
Uda River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2014/6/28	18.0	2014/6/25	0.044	409
Uda River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2016/10/20	6.3	2016/10/18	0.008	788
Uda River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2018/8/25	5.2	2018/8/28	0.010	520
Uda River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2018/10/20	5.3	2018/10/23	0.005	1060
Mano River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2018/10/23	13.0	2018/10/23	0.012	1083
Niida River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2015/8/22	45.0	2015/8/22	0.130	346
Niida River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2016/6/1	38.0	2016/5/27	0.036	1056
Niida River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2017/6/18	29.0	2017/6/15	0.029	1000
Niida River	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2018/6/2	25.0	2018/6/7	0.031	806
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2014/9/2	9.6	2014/8/27	0.014	698
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2015/6/14	10.0	2015/6/17	0.013	769
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2015/8/26	7.4	2015/8/27	0.014	548
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2015/10/20	4.5	2015/10/20	0.012	383
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2015/10/18	8.0	2015/10/20	0.010	766
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2016/6/5	10.0	2016/6/5	0.011	909
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2016/8/18	11.0	2016/8/18	0.010	1140
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2016/10/19	7.9	2016/10/19	0.010	812
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2016/10/19	3.9	2016/10/19	0.010	400
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2017/6/19	8.5	2017/6/19	0.009	994
Inawashiro Lake	<i>Pseudogobio esocinus</i> (Kamatsuka)	2018/10/17	6.9	2018/10/17	0.007	1000
Abukuma River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/10/19	6.4	2018/10/25	0.009	719
Abukuma River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/12/1	4.0	2018/12/7	0.012	348
Uda River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/10/20	7.5	2018/10/23	0.005	1500
Ota River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/6/19	190.0	2015/6/16	0.190	1000
Ota River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/10/21	360.0	2016/10/21	0.110	3273
Ota River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/6/15	230.0	2017/6/15	0.130	1769

Ota River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/10/24	170.0	2018/10/24	0.180	944
Mano River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/7/4	220.0	2014/7/4	0.046	4835
Mano River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/12/2	33.0	2014/12/6	0.027	1245
Mano River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/12/7	14.0	2016/12/5	0.017	824
Mano River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/12/6	11.0	2017/12/5	0.010	1146
Mano River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/10/23	11.0	2018/10/23	0.012	917
Niida River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/7/3	120.0	2014/7/5	0.480	250
Niida River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/10/24	170.0	2014/10/24	0.180	944
Niida River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/6/19	77.0	2015/6/17	0.670	115
Niida River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/8/22	120.0	2015/8/22	0.130	923
Niida River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/6/1	36.0	2016/5/27	0.036	1000
Niida River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/6/18	35.0	2017/6/15	0.029	1207
Niida River	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/6/2	24.0	2018/6/7	0.031	774
Hayama Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/9/2	87.0	2014/9/4	0.105	831
Hayama Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/12/7	190.0	2015/12/7	0.059	3202
Hayama Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/8/20	82.0	2017/8/21	0.027	3037
Hayama Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/8/27	54.0	2018/8/27	0.028	1964
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/6/24	67.0	2014/6/24	0.017	3884
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/6/24	59.0	2014/6/24	0.017	3420
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/8/27	31.0	2014/8/26	0.018	1734
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/8/27	42.0	2014/8/26	0.018	2350
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/10/21	42.0	2014/10/21	0.030	1400
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/6/16	58.0	2015/6/16	0.065	890
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/8/26	57.0	2015/8/27	0.017	3403
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/10/21	27.0	2015/10/21	0.013	2007
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/12/1	67.0	2015/12/1	0.016	4241
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/6/6	37.0	2016/6/6	0.011	3507
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/10/18	36.0	2016/10/18	0.044	828
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/12/1	37.0	2016/12/1	0.011	3491
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/6/20	32.0	2017/6/20	0.008	3787
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/8/25	39.0	2017/8/25	0.012	3348
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/10/18	37.0	2017/10/18	0.011	3333
Akimoto Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/5/30	40.0	2018/5/30	0.006	7018

Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2014/10/25	19.0	2014/10/22	0.014	1357
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/6/17	37.0	2015/6/17	0.012	3008
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/6/14	11.0	2015/6/17	0.013	846
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/6/10	15.0	2015/6/17	0.013	1154
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/8/26	22.0	2015/8/27	0.014	1630
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/8/26	7.1	2015/8/27	0.014	526
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/10/20	37.0	2015/10/20	0.012	3149
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2015/10/20	5.6	2015/10/20	0.012	477
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/6/5	25.0	2016/6/5	0.010	2421
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/6/5	26.0	2016/6/5	0.011	2364
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/8/18	5.7	2016/8/18	0.011	518
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/8/18	20.0	2016/8/18	0.011	1818
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/8/18	7.1	2016/8/18	0.010	736
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/8/18	18.0	2016/8/18	0.010	1865
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/10/19	13.0	2016/10/19	0.010	1337
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/10/19	22.0	2016/10/19	0.010	2262
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/10/19	7.8	2016/10/19	0.010	800
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2016/10/19	25.0	2016/10/19	0.010	2564
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/6/19	15.0	2017/6/19	0.009	1754
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/6/19	12.0	2017/6/19	0.009	1404
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/8/24	6.9	2017/8/24	0.008	847
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2017/10/18	14.0	2017/10/18	0.008	1739
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/5/29	23.0	2018/5/29	0.006	3594
Inawashiro Lake	<i>Carassius auratus langsdorfii</i> (Gin-buna)	2018/10/17	21.0	2018/10/17	0.007	3043
Abukuma River	Common carp	2015/10/15	22.0	2015/10/20	0.010	2200
Abukuma River	Common carp	2017/6/9	13.0	2017/6/13	0.023	565
Abukuma River	Common carp	2018/10/19	8.1	2018/10/25	0.009	910
Uda River	Common carp	2018/10/20	8.3	2018/10/23	0.005	1660
Ota River	Common carp	2016/5/30	1200.0	2016/5/30	0.180	6667
Ota River	Common carp	2016/12/6	190.0	2016/12/6	0.150	1267
Ota River	Common carp	2017/12/6	420.0	2017/12/6	0.170	2471
Ota River	Common carp	2018/10/24	210.0	2018/10/24	0.180	1167
Mano River	Common carp	2017/12/6	6.8	2017/12/5	0.010	708
Mano River	Common carp	2018/10/23	8.9	2018/10/23	0.012	742
Niida River	Common carp	2014/10/24	120.0	2014/10/24	0.180	667

Niida River	Common carp	2015/8/22	64.0	2015/8/22	0.130	492
Niida River	Common carp	2016/6/1	170.0	2016/5/27	0.036	4722
Niida River	Common carp	2017/6/18	15.0	2017/6/15	0.029	517
Niida River	Common carp	2018/10/21	27.0	2018/10/24	0.036	750
Hayama Lake	Common carp	2016/10/20	48.0	2016/10/22	0.028	1725
Hayama Lake	Common carp	2018/8/27	33.0	2018/8/27	0.028	1200
Akimoto Lake	Common carp	2014/6/24	33.0	2014/6/24	0.017	1913
Akimoto Lake	Common carp	2014/8/27	31.0	2014/8/26	0.018	1734
Akimoto Lake	Common carp	2015/6/16	30.0	2015/6/16	0.065	460
Akimoto Lake	Common carp	2015/9/10	34.0	2015/8/27	0.017	2030
Akimoto Lake	Common carp	2015/10/21	39.0	2015/10/21	0.013	2900
Akimoto Lake	Common carp	2015/12/1	20.0	2015/12/1	0.016	1266
Akimoto Lake	Common carp	2016/6/6	34.0	2016/6/6	0.011	3223
Akimoto Lake	Common carp	2016/10/18	22.0	2016/10/18	0.044	506
Akimoto Lake	Common carp	2016/12/1	33.0	2016/12/1	0.011	3113
Akimoto Lake	Common carp	2017/6/20	12.0	2017/6/20	0.008	1420
Akimoto Lake	Common carp	2017/12/1	37.0	2017/12/1	0.014	2569
Akimoto Lake	Common carp	2018/5/30	28.0	2018/5/30	0.006	4912
Inawashiro Lake	Common carp	2016/10/19	9.9	2016/10/19	0.010	1018
Abukuma River	Smallmouth bass	2014/8/25	22.0	2014/8/26	0.120	183
Abukuma River	Smallmouth bass	2015/6/24	26.0	2015/6/18	0.130	200
Abukuma River	Smallmouth bass	2017/6/9	21.0	2017/6/13	0.023	913
Abukuma River	Smallmouth bass	2018/10/19	13.0	2018/10/25	0.009	1413
Abukuma River	Smallmouth bass	2018/10/19	9.8	2018/10/25	0.009	1101
Abukuma River	Smallmouth bass	2018/12/1	9.7	2018/12/7	0.012	843
Uda River	Smallmouth bass	2018/6/2	20.0	2018/6/6	0.014	1429
Mano River	Smallmouth bass	2014/10/26	70.0	2014/10/23	0.062	1138
Mano River	Smallmouth bass	2017/8/22	26.0	2017/8/28	0.016	1625
Mano River	Smallmouth bass	2018/10/23	39.0	2018/10/23	0.012	3250
Hayama Lake	Smallmouth bass	2014/9/2	110.0	2014/9/4	0.105	1051
Hayama Lake	Smallmouth bass	2014/10/28	200.0	2014/10/27	0.098	2041
Hayama Lake	Smallmouth bass	2014/12/7	1000.0	2014/12/7	0.053	18868
Hayama Lake	Smallmouth bass	2015/12/7	340.0	2015/12/7	0.059	5730
Hayama Lake	Smallmouth bass	2016/12/8	240.0	2016/12/5	0.032	7423
Hayama Lake	Smallmouth bass	2017/6/16	190.0	2017/6/16	0.033	5758
Hayama Lake	Smallmouth bass	2017/6/16	400.0	2017/6/16	0.023	17391
Hayama Lake	Smallmouth bass	2017/8/21	59.0	2017/8/21	0.027	2185
Hayama Lake	Smallmouth bass	2017/8/21	100.0	2017/8/21	0.018	5556
Hayama Lake	Smallmouth bass	2018/6/4	130.0	2018/6/1	0.039	3377
Hayama Lake	Smallmouth bass	2018/6/1	200.0	2018/6/1	0.013	15385
Hayama Lake	Smallmouth bass	2018/8/27	42.0	2018/8/27	0.028	1527

Hayama Lake	Smallmouth bass	2018/8/27	260.0	2018/8/27	0.028	9455
Hayama Lake	Smallmouth bass	2018/10/22	150.0	2018/10/22	0.009	16304
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2014/6/24	86.0	2014/6/24	0.017	4986
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2014/6/24	130.0	2014/6/24	0.017	7536
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2014/8/27	60.0	2014/8/26	0.018	3357
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2014/8/27	81.0	2014/8/26	0.018	4531
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2014/10/21	45.0	2014/10/21	0.030	1500
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2015/6/16	100.0	2015/6/16	0.065	1534
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2015/8/26	61.0	2015/8/27	0.017	3642
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2015/10/21	71.0	2015/10/21	0.013	5279
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2015/12/1	62.0	2015/12/1	0.016	3924
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2016/6/6	75.0	2016/6/6	0.011	7109
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2016/10/18	58.0	2016/10/18	0.044	1333
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2016/12/1	51.0	2016/12/1	0.011	4811
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2017/6/20	66.0	2017/6/20	0.008	7811
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2017/8/25	30.0	2017/8/25	0.012	2575
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2017/10/18	81.0	2017/10/18	0.011	7297
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2017/12/1	33.0	2017/12/1	0.014	2292
Akimoto Lake	Smallmouth bass	2018/5/30	39.0	2018/5/30	0.006	6842
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2014/9/2	15.0	2014/8/27	0.014	1091
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2014/9/2	46.0	2014/8/27	0.014	3345
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2014/10/25	36.0	2014/10/22	0.014	2571
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2015/6/10	44.0	2015/6/17	0.013	3385
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2015/8/26	47.0	2015/8/27	0.014	3481
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2015/10/20	26.0	2015/10/20	0.012	2213
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2016/6/5	28.0	2016/6/5	0.010	2712
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2016/6/5	42.0	2016/6/5	0.011	3818
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2016/8/18	17.0	2016/8/18	0.010	1762
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2016/8/18	110.0	2016/8/18	0.010	11399
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2016/10/19	26.0	2016/10/19	0.010	2674
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2016/10/19	27.0	2016/10/19	0.010	2769
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2017/6/19	54.0	2017/6/19	0.009	6316
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2017/10/18	82.0	2017/10/18	0.008	10186
Inawashiro Lake	Smallmouth bass	2018/10/17	19.0	2018/10/17	0.007	2754
Abukuma River	Cherry salmon	2014/6/25	23.0	2014/6/24	0.077	299
Abukuma River	Cherry salmon	2018/10/20	0.5	2018/10/25	0.007	65
Uda River	Cherry salmon	2017/6/17	1.2	2017/6/14	0.009	129
Niida River	Cherry salmon	2017/6/18	34.0	2017/6/15	0.029	1172
Hayama Lake	Cherry salmon	2018/10/22	76.0	2018/10/22	0.009	8261
Akimoto Lake	Cherry salmon	2014/6/24	38.0	2014/6/24	0.017	2203
Akimoto Lake	Cherry salmon	2014/8/27	38.0	2014/8/26	0.018	2126

Akimoto Lake	Cherry salmon	2015/6/16	33.0	2015/6/16	0.065	506
Akimoto Lake	Cherry salmon	2015/8/26	33.0	2015/8/27	0.017	1970
Akimoto Lake	Cherry salmon	2015/12/1	48.0	2015/12/1	0.016	3038
Akimoto Lake	Cherry salmon	2016/6/6	41.0	2016/6/6	0.011	3886
Akimoto Lake	Cherry salmon	2017/6/20	18.0	2017/6/20	0.008	2130
Akimoto Lake	Cherry salmon	2017/8/25	27.0	2017/8/25	0.012	2318
Akimoto Lake	Cherry salmon	2017/10/18	30.0	2017/10/18	0.011	2703
Akimoto Lake	Cherry salmon	2018/5/30	38.0	2018/5/30	0.006	6667
Inawashiro Lake	Cherry salmon	2015/6/17	5.9	2015/6/17	0.012	480
Inawashiro Lake	Cherry salmon	2015/6/17	42.0	2015/6/17	0.012	3415
Inawashiro Lake	Cherry salmon	2015/6/17	59.0	2015/6/17	0.012	4797
Inawashiro Lake	Cherry salmon	2016/6/5	48.0	2016/6/5	0.011	4364
Inawashiro Lake	Cherry salmon	2017/6/19	0.9	2017/6/19	0.009	108
Inawashiro Lake	Cherry salmon	2017/10/18	67.0	2017/10/18	0.008	8323
Inawashiro Lake	Cherry salmon	2018/10/17	9.3	2018/10/17	0.007	1348
Uda River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2016/10/20	5.5	2016/10/18	0.008	688
Uda River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2017/6/17	6.6	2017/6/14	0.009	710
Uda River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2018/6/2	5.0	2018/6/6	0.014	357
Uda River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2018/8/25	6.3	2018/8/28	0.010	630
Ota River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2014/10/23	660.0	2014/10/25	0.330	2000
Ota River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2015/6/19	320.0	2015/6/16	0.190	1684
Ota River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2015/10/24	370.0	2015/10/24	0.200	1850
Ota River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2016/5/30	180.0	2016/5/30	0.180	1000
Ota River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2016/8/21	220.0	2016/8/22	0.720	306
Ota River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2017/6/15	250.0	2017/6/15	0.130	1923
Mano River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2016/6/1	22.0	2016/5/31	0.024	917
Mano River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2017/8/22	19.0	2017/8/28	0.016	1188
Mano River	<i>Cobitis Linnaeus</i> (Shimadojou)	2018/6/6	17.0	2018/6/6	0.013	1308
Uda River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/6/28	35.0	2014/6/25	0.044	795
Uda River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/12/7	26.0	2014/12/5	0.012	2167
Uda River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2015/8/19	23.0	2015/8/19	0.023	1000
Uda River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2015/10/22	19.0	2015/10/21	0.009	2111
Uda River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2015/12/3	19.0	2015/12/2	0.006	3167
Uda River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2016/12/4	15.0	2016/12/8	0.006	2500
Uda River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2017/12/2	11.0	2017/12/5	0.004	2973
Ota River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/10/23	1400.0	2014/10/25	0.330	4242

Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/7/4	130.0	2014/7/4	0.046	2857
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/8/30	70.0	2014/9/3	0.070	1007
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/10/26	94.0	2014/10/23	0.062	1528
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/12/2	65.0	2014/12/6	0.027	2453
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2015/6/20	76.0	2015/6/19	0.043	1767
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2015/10/23	63.0	2015/10/23	0.024	2625
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2015/12/4	33.0	2015/12/4	0.022	1500
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2016/12/7	32.0	2016/12/5	0.017	1882
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2017/6/14	27.0	2017/6/14	0.012	2250
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2017/8/22	17.0	2017/8/28	0.016	1063
Mano River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2017/12/5	13.0	2017/12/5	0.010	1354
Niida River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/8/31	190.0	2014/9/2	0.185	1027
Niida River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/10/24	190.0	2014/10/24	0.180	1056
Niida River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2014/12/5	210.0	2014/12/2	0.220	955
Niida River	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (Shimayoshinobori)	2015/10/25	97.0	2015/10/22	0.032	3031
Abukuma River	Pond loach	2014/6/25	15.0	2014/6/24	0.077	195
Abukuma River	Pond loach	2014/6/25	11.0	2014/6/24	0.077	143
Abukuma River	Pond loach	2014/6/27	17.0	2014/6/24	0.015	1133
Abukuma River	Pond loach	2014/8/28	11.0	2014/8/26	0.087	126
Abukuma River	Pond loach	2014/8/29	8.4	2014/8/26	0.049	171
Abukuma River	Pond loach	2014/10/23	13.0	2014/10/21	0.026	500
Abukuma River	Pond loach	2014/12/3	11.0	2014/12/4	0.020	550
Abukuma River	Pond loach	2014/12/2	12.0	2014/12/4	0.014	857
Abukuma River	Pond loach	2015/6/17	12.0	2015/6/18	0.064	188
Abukuma River	Pond loach	2015/6/18	8.9	2015/6/18	0.022	405
Abukuma River	Pond loach	2015/8/25	12.0	2015/8/18	0.062	194
Abukuma River	Pond loach	2015/8/25	14.0	2015/8/18	0.020	700
Abukuma River	Pond loach	2015/10/21	12.0	2015/10/20	0.019	632
Abukuma River	Pond loach	2015/12/2	9.2	2015/12/1	0.032	288
Abukuma River	Pond loach	2016/10/23	9.1	2016/10/17	0.037	246
Abukuma River	Pond loach	2016/10/23	7.6	2016/10/17	0.018	422
Abukuma River	Pond loach	2016/12/2	9.2	2016/12/9	0.008	1122
Abukuma River	Pond loach	2017/6/20	6.7	2017/6/13	0.013	515
Abukuma River	Pond loach	2017/8/25	7.8	2017/8/30	0.016	488
Uda River	Pond loach	2014/6/28	11.0	2014/6/25	0.044	250
Uda River	Pond loach	2015/6/18	10.0	2015/6/20	0.026	385
Uda River	Pond loach	2018/6/2	4.0	2018/6/6	0.014	286

Ota River	Pond loach	2014/7/1	530.0	2014/7/8	0.340	1559
Ota River	Pond loach	2014/12/6	480.0	2014/12/3	0.250	1920
Ota River	Pond loach	2016/5/30	280.0	2016/5/30	0.180	1556
Mano River	Pond loach	2014/7/4	120.0	2014/7/4	0.046	2637
Mano River	Pond loach	2015/6/20	11.0	2015/6/19	0.043	256
Mano River	Pond loach	2015/8/20	120.0	2015/8/20	0.032	3750
Mano River	Pond loach	2015/10/23	77.0	2015/10/23	0.024	3208
Mano River	Pond loach	2018/6/6	13.0	2018/6/6	0.013	1000
Mano River	Pond loach	2018/8/28	22.0	2018/8/28	0.023	957
Niida River	Pond loach	2016/6/1	28.0	2016/5/27	0.036	778
Niida River	Pond loach	2016/10/21	16.0	2016/10/19	0.021	762
Niida River	Pond loach	2017/6/18	36.0	2017/6/15	0.029	1241
Niida River	Pond loach	2018/6/2	29.0	2018/6/7	0.031	935
Hayama Lake	Pond loach	2017/6/16	31.0	2017/6/16	0.023	1348
Hayama Lake	Pond loach	2017/12/4	18.0	2017/12/4	0.010	1856
Hayama Lake	Pond loach	2018/10/22	5.9	2018/10/22	0.009	641
Inawashiro Lake	Pond loach	2014/6/26	1.2	2014/6/26	0.017	71
Inawashiro Lake	Pond loach	2015/6/17	1.9	2015/6/17	0.013	146
Inawashiro Lake	Pond loach	2015/8/26	1.0	2015/8/27	0.012	83
Inawashiro Lake	Pond loach	2015/10/20	1.4	2015/10/20	0.010	134
Inawashiro Lake	Pond loach	2016/8/18	1.9	2016/8/18	0.010	197
Inawashiro Lake	Pond loach	2016/10/18	1.5	2016/10/19	0.010	154
Inawashiro Lake	Pond loach	2017/6/19	1.0	2017/6/19	0.009	117
Inawashiro Lake	Pond loach	2017/8/24	0.8	2017/8/24	0.008	101
Inawashiro Lake	Pond loach	2017/12/1	1.6	2017/12/1	0.007	225
Inawashiro Lake	Pond loach	2018/8/21	2.3	2018/8/21	0.007	324
Abukuma River	Japanese common catfish	2015/6/24	46.0	2015/6/18	0.130	354
Abukuma River	Japanese common catfish	2017/6/9	35.0	2017/6/13	0.023	1522
Abukuma River	Japanese common catfish	2018/10/19	4.9	2018/10/25	0.009	551
Ota River	Japanese common catfish	2014/10/23	89.0	2014/10/25	0.330	270
Mano River	Japanese common catfish	2015/8/20	21.0	2015/8/20	0.032	656
Mano River	Japanese common catfish	2016/6/1	62.0	2016/5/31	0.024	2583
Mano River	Japanese common catfish	2017/6/14	32.0	2017/6/14	0.012	2667
Niida River	Japanese common catfish	2014/10/24	90.0	2014/10/24	0.180	500
Niida River	Japanese common catfish	2015/10/25	91.0	2015/10/22	0.032	2844
Niida River	Japanese common catfish	2016/6/1	150.0	2016/5/27	0.036	4167
Niida River	Japanese common catfish	2016/10/21	37.0	2016/10/19	0.021	1762
Niida River	Japanese common catfish	2017/6/18	250.0	2017/6/15	0.029	8621
Niida River	Japanese common catfish	2018/6/2	120.0	2018/6/7	0.031	3871
Niida River	Japanese common catfish	2018/6/2	76.0	2018/6/7	0.031	2452
Hayama Lake	Japanese common catfish	2015/6/25	510.0	2015/6/24	0.055	9358

Hayama Lake	Japanese common catfish	2016/12/8	340.0	2016/12/5	0.032	10515
Hayama Lake	Japanese common catfish	2017/8/20	410.0	2017/8/21	0.027	15185
Hayama Lake	Japanese common catfish	2018/6/1	300.0	2018/6/1	0.013	23077
Hayama Lake	Japanese common catfish	2018/8/27	220.0	2018/8/27	0.028	8000
Akimoto Lake	Japanese common catfish	2015/10/21	130.0	2015/10/21	0.013	9665
Akimoto Lake	Japanese common catfish	2016/12/1	93.0	2016/12/1	0.011	8774
Akimoto Lake	Japanese common catfish	2017/12/1	47.0	2017/12/1	0.014	3264
Akimoto Lake	Japanese common catfish	2018/12/1	25.0	2018/12/1	0.010	2488
Inawashiro Lake	Japanese common catfish	2015/6/17	76.0	2015/6/17	0.012	6179
Inawashiro Lake	Japanese common catfish	2016/10/19	11.0	2016/10/19	0.010	1131
Inawashiro Lake	Japanese common catfish	2016/10/19	15.0	2016/10/19	0.010	1538
Inawashiro Lake	Japanese common catfish	2017/6/19	32.0	2017/6/19	0.009	3743
Inawashiro Lake	Japanese common catfish	2017/10/18	5.2	2017/10/18	0.008	646
Inawashiro Lake	Japanese common catfish	2018/10/17	6.9	2018/10/17	0.007	1000
Inawashiro Lake	Japanese common catfish	2018/10/17	4.4	2018/10/17	0.007	638
Abukuma River	Japanese barbel	2015/6/24	15.0	2015/6/18	0.130	115
Abukuma River	Japanese barbel	2016/9/2	43.0	2016/9/7	0.009	4778
Abukuma River	Japanese barbel	2016/12/8	13.0	2016/12/9	0.006	2031
Abukuma River	Japanese barbel	2017/6/9	95.0	2017/6/13	0.023	4130
Abukuma River	Japanese barbel	2017/12/7	29.0	2017/12/8	0.019	1526
Abukuma River	Japanese barbel	2018/10/19	11.0	2018/10/25	0.009	1196
Abukuma River	Japanese barbel	2018/10/19	16.0	2018/10/25	0.009	1798
Abukuma River	Japanese barbel	2018/12/1	3.0	2018/12/7	0.012	261
Abukuma River	Japanese barbel	2018/12/1	3.7	2018/12/7	0.012	322
Abukuma River	Japanese barbel	2018/12/5	4.8	2018/12/7	0.014	343
Uda River	Japanese barbel	2016/10/20	6.1	2016/10/18	0.008	763
Uda River	Japanese barbel	2018/8/25	4.1	2018/8/28	0.010	410
Uda River	Japanese barbel	2018/10/20	4.7	2018/10/23	0.005	940
Niida River	Japanese barbel	2016/10/21	17.0	2016/10/19	0.021	810
Niida River	Japanese barbel	2018/10/21	29.0	2018/10/24	0.036	806
Akimoto Lake	Japanese barbel	2014/6/24	72.0	2014/6/24	0.017	4174
Akimoto Lake	Japanese barbel	2014/8/27	44.0	2014/8/26	0.018	2462
Akimoto Lake	Japanese barbel	2014/10/21	23.0	2014/10/21	0.030	767
Akimoto Lake	Japanese barbel	2014/12/3	76.0	2014/12/4	0.018	4164
Akimoto Lake	Japanese barbel	2015/6/16	43.0	2015/6/16	0.065	660
Akimoto Lake	Japanese barbel	2015/8/26	42.0	2015/8/27	0.017	2507
Akimoto Lake	Japanese barbel	2015/10/21	35.0	2015/10/21	0.013	2602
Akimoto Lake	Japanese barbel	2015/12/1	55.0	2015/12/1	0.016	3481
Akimoto Lake	Japanese barbel	2016/6/6	34.0	2016/6/6	0.011	3223
Akimoto Lake	Japanese barbel	2016/10/18	44.0	2016/10/18	0.044	1011
Akimoto Lake	Japanese barbel	2016/12/1	24.0	2016/12/1	0.011	2264

Akimoto Lake	Japanese barbel	2017/6/20	15.0	2017/6/20	0.008	1775
Akimoto Lake	Japanese barbel	2017/8/25	35.0	2017/8/25	0.012	3004
Akimoto Lake	Japanese barbel	2017/10/18	38.0	2017/10/18	0.011	3423
Akimoto Lake	Japanese barbel	2018/5/30	19.0	2018/5/30	0.006	3333
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2014/10/25	24.0	2014/10/22	0.014	1714
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2015/6/10	25.0	2015/6/17	0.013	1923
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2015/6/10	27.0	2015/6/17	0.013	2077
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2015/10/20	7.8	2015/10/20	0.012	664
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2016/6/5	13.0	2016/6/5	0.010	1259
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2016/6/5	28.0	2016/6/5	0.011	2545
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2016/8/18	26.0	2016/8/18	0.011	2364
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2016/8/18	14.0	2016/8/18	0.010	1451
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2016/8/18	30.0	2016/8/18	0.010	3109
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2016/10/19	24.0	2016/10/19	0.010	2468
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2016/10/19	21.0	2016/10/19	0.010	2154
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2017/6/19	18.0	2017/6/19	0.009	2105
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2018/5/29	17.0	2018/5/29	0.006	2656
Inawashiro Lake	Japanese barbel	2018/10/17	20.0	2018/10/17	0.007	2899
Abukuma River	Japanese eel	2018/10/20	5.3	2018/10/25	0.007	746
Uda River	Japanese eel	2017/6/17	24.0	2017/6/14	0.009	2581
Uda River	Japanese eel	2018/6/2	25.0	2018/6/6	0.014	1786
Uda River	Japanese eel	2018/6/2	23.0	2018/6/6	0.014	1643
Uda River	Japanese eel	2018/8/25	46.0	2018/8/28	0.010	4600
Ota River	Japanese eel	2014/10/23	150.0	2014/10/25	0.330	455
Ota River	Japanese eel	2015/10/24	550.0	2015/10/24	0.093	5914
Ota River	Japanese eel	2016/5/30	2400.0	2016/5/30	0.180	13333
Ota River	Japanese eel	2016/8/21	290.0	2016/8/22	0.720	403
Ota River	Japanese eel	2017/6/15	560.0	2017/6/15	0.130	4308
Ota River	Japanese eel	2018/6/7	580.0	2018/6/7	0.140	4143
Mano River	Japanese eel	2015/6/21	160.0	2015/6/19	0.043	3721
Mano River	Japanese eel	2016/6/1	36.0	2016/5/31	0.016	2250
Mano River	Japanese eel	2017/6/14	38.0	2017/6/14	0.012	3167
Mano River	Japanese eel	2017/6/14	52.0	2017/6/14	0.012	4333
Mano River	Japanese eel	2017/8/22	59.0	2017/8/28	0.016	3688
Mano River	Japanese eel	2017/12/6	14.0	2017/12/5	0.010	1458
Mano River	Japanese eel	2018/6/6	100.0	2018/6/6	0.013	7692
Niida River	Japanese eel	2014/10/24	210.0	2014/10/24	0.180	1167
Niida River	Japanese eel	2016/6/1	150.0	2016/5/27	0.036	4167
Niida River	Japanese eel	2017/6/18	120.0	2017/6/15	0.029	4138
Niida River	Japanese eel	2017/8/22	7.2	2017/8/28	0.110	65
Niida River	Japanese eel	2018/6/2	84.0	2018/6/7	0.031	2710

Abukuma River	Bluegill	2015/8/21	11.0	2015/8/18	0.052	212
Ota River	Bluegill	2015/10/24	1400.0	2015/10/24	0.200	7000
Mano River	Bluegill	2017/6/14	17.0	2017/6/14	0.012	1417
Mano River	Bluegill	2018/12/4	16.0	2018/12/6	0.014	1143
Niida River	Bluegill	2014/8/31	110.0	2014/9/2	0.185	595
Hayama Lake	Bluegill	2017/6/16	40.0	2017/6/16	0.033	1212
Hayama Lake	Bluegill	2017/6/16	29.0	2017/6/16	0.023	1261
Hayama Lake	Bluegill	2017/8/21	35.0	2017/8/21	0.027	1296
Hayama Lake	Bluegill	2018/6/4	35.0	2018/6/1	0.039	909
Hayama Lake	Bluegill	2018/8/27	40.0	2018/8/27	0.028	1455
Hayama Lake	Bluegill	2018/8/27	56.0	2018/8/27	0.028	2036
Akimoto Lake	Bluegill	2014/10/21	25.0	2014/10/21	0.030	833
Akimoto Lake	Bluegill	2015/6/16	27.0	2015/6/16	0.065	414
Akimoto Lake	Bluegill	2015/8/26	38.0	2015/8/27	0.017	2269
Akimoto Lake	Bluegill	2016/10/18	35.0	2016/10/18	0.044	805
Akimoto Lake	Bluegill	2017/10/18	20.0	2017/10/18	0.011	1802
Abukuma River	Yamame trout	2014/6/27	4.6	2014/6/24	0.015	307
Abukuma River	Yamame trout	2014/6/27	6.0	2014/6/24	0.015	400
Abukuma River	Yamame trout	2014/8/28	17.0	2014/8/26	0.087	195
Abukuma River	Yamame trout	2014/8/28	25.0	2014/8/26	0.087	287
Abukuma River	Yamame trout	2014/8/29	7.3	2014/8/26	0.049	149
Abukuma River	Yamame trout	2014/8/29	12.0	2014/8/26	0.049	245
Abukuma River	Yamame trout	2014/8/29	28.0	2014/8/26	0.049	571
Abukuma River	Yamame trout	2014/10/23	19.0	2014/10/21	0.026	731
Abukuma River	Yamame trout	2014/10/23	34.0	2014/10/21	0.026	1308
Abukuma River	Yamame trout	2014/12/3	32.0	2014/12/4	0.020	1600
Abukuma River	Yamame trout	2014/12/2	8.6	2014/12/4	0.014	614
Abukuma River	Yamame trout	2015/6/17	7.8	2015/6/18	0.064	122
Abukuma River	Yamame trout	2015/6/18	7.7	2015/6/18	0.022	350
Abukuma River	Yamame trout	2015/8/25	13.0	2015/8/18	0.062	210
Abukuma River	Yamame trout	2015/8/25	7.3	2015/8/18	0.020	365
Abukuma River	Yamame trout	2015/8/25	8.6	2015/8/18	0.020	430
Abukuma River	Yamame trout	2015/10/21	11.0	2015/10/20	0.019	579
Abukuma River	Yamame trout	2015/12/2	9.9	2015/12/1	0.032	309
Abukuma River	Yamame trout	2015/12/8	3.8	2015/12/1	0.024	158
Abukuma River	Yamame trout	2017/6/20	11.0	2017/6/13	0.013	846
Abukuma River	Yamame trout	2017/8/25	11.0	2017/8/30	0.016	688
Abukuma River	Yamame trout	2017/12/2	2.3	2017/12/8	0.005	500
Uda River	Yamame trout	2017/12/2	8.0	2017/12/5	0.004	2162
Ota River	Yamame trout	2015/10/24	310.0	2015/10/24	0.200	1550
Ota River	Yamame trout	2016/5/30	320.0	2016/5/30	0.180	1778

Ota River	Yamame trout	2018/12/5	250.0	2018/12/5	0.180	1389
Mano River	Yamame trout	2014/10/26	46.0	2014/10/23	0.062	748
Mano River	Yamame trout	2015/6/20	41.0	2015/6/19	0.043	953
Mano River	Yamame trout	2017/12/5	6.8	2017/12/5	0.010	708
Niida River	Yamame trout	2015/6/19	36.0	2015/6/17	0.670	54
Niida River	Yamame trout	2016/6/1	29.0	2016/5/27	0.036	806
Niida River	Yamame trout	2016/12/8	42.0	2016/12/7	0.038	1105
Niida River	Yamame trout	2018/6/2	27.0	2018/6/7	0.031	871
Hayama Lake	Yamame trout	2015/6/25	14.0	2015/6/24	0.055	257
Hayama Lake	Yamame trout	2017/6/16	33.0	2017/6/16	0.023	1435
Hayama Lake	Yamame trout	2017/12/7	58.0	2017/12/4	0.048	1208
Hayama Lake	Yamame trout	2017/12/4	46.0	2017/12/4	0.010	4742
Hayama Lake	Yamame trout	2018/6/1	27.0	2018/6/1	0.013	2077
Hayama Lake	Yamame trout	2018/8/27	36.0	2018/8/27	0.016	2250
Akimoto Lake	Yamame trout	2014/6/24	23.0	2014/6/24	0.017	1333
Akimoto Lake	Yamame trout	2015/12/1	23.0	2015/12/1	0.016	1456
Akimoto Lake	Yamame trout	2016/6/6	14.0	2016/6/6	0.011	1327
Akimoto Lake	Yamame trout	2017/6/20	8.4	2017/6/20	0.008	994
Inawashiro Lake	Yamame trout	2017/8/24	1.1	2017/8/24	0.008	135
Mano River	Japanese smelt	2014/12/2	8.3	2014/12/6	0.027	313
Hayama Lake	Japanese smelt	2017/6/16	36.0	2017/6/16	0.023	1565
Hayama Lake	Japanese smelt	2017/12/7	30.0	2017/12/4	0.048	625
Hayama Lake	Japanese smelt	2018/6/1	69.0	2018/6/1	0.013	5308
Akimoto Lake	Japanese smelt	2014/8/27	18.0	2014/8/26	0.018	1007
Akimoto Lake	Japanese smelt	2014/10/21	16.0	2014/10/21	0.030	533
Akimoto Lake	Japanese smelt	2014/12/3	19.0	2014/12/4	0.018	1041
Akimoto Lake	Japanese smelt	2015/6/16	15.0	2015/6/16	0.065	230
Akimoto Lake	Japanese smelt	2015/8/26	15.0	2015/8/27	0.017	896
Akimoto Lake	Japanese smelt	2015/10/21	17.0	2015/10/21	0.013	1264
Akimoto Lake	Japanese smelt	2015/12/1	9.5	2015/12/1	0.016	601
Akimoto Lake	Japanese smelt	2016/6/6	11.0	2016/6/6	0.011	1043
Akimoto Lake	Japanese smelt	2016/10/18	8.8	2016/10/18	0.044	202
Akimoto Lake	Japanese smelt	2016/12/1	14.0	2016/12/1	0.011	1321
Akimoto Lake	Japanese smelt	2017/6/20	26.0	2017/6/20	0.008	3077
Akimoto Lake	Japanese smelt	2017/8/25	14.0	2017/8/25	0.012	1202
Akimoto Lake	Japanese smelt	2017/10/18	19.0	2017/10/18	0.011	1712
Akimoto Lake	Japanese smelt	2018/5/30	18.0	2018/5/30	0.006	3158

Table S5 Concentration ratio (CR, L/kg fresh mass) of radiocaesium in marine fish (whole)

System	Species	Sampling date	Bq/kg	Water sampling date	Bq/L	CR
Off Iwaki	Greenling	2014/7/18	14.0	2014/7/18	0.006	2240
Off Iwaki	Greenling	2015/6/26	2.5	2015/6/26	0.005	532
Off Iwaki	Greenling	2016/6/21	3.0	2016/6/21	0.004	759
Off Iwaki	Greenling	2017/6/28	1.7	2017/6/28	0.005	358
Off Watari	Greenling	2015/10/27	1.9	2015/10/27	0.010	193
Off Watari	Greenling	2018/6/4	0.4	2018/6/4	0.010	40
Off Watari	Greenling	2018/12/4	0.5	2018/12/3	0.005	95
Off Soma	Greenling	2014/10/29	2.0	2014/10/29	0.029	70
Off Soma	Greenling	2015/6/22	1.7	2015/6/22	0.020	87
Off Soma	Greenling	2016/10/24	1.8	2016/10/24	0.012	150
Off Soma	Greenling	2017/12/5	1.2	2017/12/7	0.009	132
Off Iwaki	Stone flounder	2014/9/5	2.3	2014/9/5	0.007	322
Off Iwaki	Stone flounder	2014/10/29	2.2	2014/10/29	0.013	169
Off Iwaki	Stone flounder	2015/6/26	3.1	2015/6/26	0.005	660
Off Iwaki	Stone flounder	2015/10/23	1.1	2015/10/23	0.015	73
Off Iwaki	Stone flounder	2016/6/21	4.2	2016/6/21	0.004	1063
Off Iwaki	Stone flounder	2016/9/5	1.8	2016/9/5	0.027	68
Off Iwaki	Stone flounder	2017/6/28	1.9	2017/6/28	0.005	400
Off Iwaki	Stone flounder	2018/6/5	0.3	2018/6/5	0.004	89
Off Iwaki	Stone flounder	2018/8/21	0.8	2018/8/21	0.002	318
Off Watari	Stone flounder	2015/8/19	5.1	2015/8/19	0.012	425
Off Watari	Stone flounder	2015/10/27	1.4	2015/10/27	0.010	142
Off Watari	Stone flounder	2016/10/25	0.7	2016/10/26	0.012	60
Off Watari	Stone flounder	2016/12/7	0.8	2016/12/7	0.005	176
Off Soma	Stone flounder	2017/6/21	1.9	2017/6/27	0.093	20
Off Soma	Stone flounder	2018/10/21	1.9	2018/10/17	0.010	196
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2014/7/18	1.8	2014/7/18	0.006	288
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2014/10/29	1.2	2014/10/29	0.013	92
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2015/6/26	1.0	2015/6/26	0.005	206
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2015/12/6	2.7	2015/12/6	0.006	432
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2016/6/21	1.5	2016/6/21	0.004	380
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2016/9/5	0.9	2016/9/5	0.027	33

Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2017/6/28	1.2	2017/6/28	0.005	253
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2017/8/19	1.7	2017/8/19	0.005	343
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2017/10/17	1.3	2017/10/17	0.007	197
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2018/6/5	0.6	2018/6/5	0.004	163
Off Iwaki	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2018/8/21	1.8	2018/8/21	0.002	735
Off Watari	<i>Lepidotrigla microptera</i> (Kanagashira)	2015/12/9	0.4	2015/12/9	0.011	38
Off Iwaki	Common skate	2014/7/18	41.0	2014/7/18	0.006	6560
Off Iwaki	Common skate	2014/9/5	23.0	2014/9/5	0.007	3217
Off Iwaki	Common skate	2014/10/29	9.3	2014/10/29	0.013	715
Off Iwaki	Common skate	2014/12/12	16.0	2014/12/12	0.004	4103
Off Iwaki	Common skate	2015/6/26	8.7	2015/6/26	0.005	1851
Off Iwaki	Common skate	2015/8/21	9.7	2015/8/21	0.007	1347
Off Iwaki	Common skate	2015/10/23	9.7	2015/10/23	0.015	647
Off Iwaki	Common skate	2015/12/6	13.0	2015/12/6	0.006	2080
Off Iwaki	Common skate	2016/6/21	12.0	2016/6/21	0.004	3038
Off Iwaki	Common skate	2016/9/5	5.1	2016/9/5	0.027	192
Off Iwaki	Common skate	2016/10/22	4.0	2016/10/22	0.012	327
Off Iwaki	Common skate	2016/12/3	4.3	2016/12/3	0.005	896
Off Iwaki	Common skate	2017/6/28	5.3	2017/6/28	0.005	1116
Off Iwaki	Common skate	2017/8/19	3.1	2017/8/19	0.005	626
Off Iwaki	Common skate	2017/10/17	3.7	2017/10/17	0.007	561
Off Iwaki	Common skate	2017/12/2	3.8	2017/12/2	0.006	644
Off Iwaki	Common skate	2018/6/5	1.7	2018/6/5	0.004	447
Off Iwaki	Common skate	2018/8/21	3.2	2018/8/21	0.002	1306
Off Watari	Common skate	2016/9/6	0.9	2016/9/6	0.010	86
Off Iwaki	Japanese seaperch	2014/12/12	14.0	2014/12/12	0.004	3590
Off Iwaki	Japanese seaperch	2015/10/23	2.0	2015/10/23	0.015	133
Off Iwaki	Japanese seaperch	2015/12/6	2.1	2015/12/6	0.006	336
Off Iwaki	Japanese seaperch	2016/12/3	2.8	2016/12/3	0.005	583
Off Iwaki	Japanese seaperch	2017/6/28	2.4	2017/6/28	0.005	505
Off Iwaki	Japanese seaperch	2018/12/4	1.3	2018/12/4	0.002	667
Off Watari	Japanese seaperch	2015/12/9	0.8	2015/12/9	0.011	72
Off Watari	Japanese seaperch	2018/10/22	1.0	2018/10/17	0.006	166
Off Iwaki	Crimson sea bream	2014/7/18	1.9	2014/7/18	0.006	304
Off Iwaki	Crimson sea bream	2014/9/5	2.8	2014/9/5	0.007	392
Off Iwaki	Crimson sea bream	2014/10/29	3.7	2014/10/29	0.013	285

Off Iwaki	Crimson sea bream	2014/10/29	1.7	2014/10/29	0.013	131
Off Iwaki	Crimson sea bream	2014/12/12	1.5	2014/12/12	0.004	385
Off Iwaki	Crimson sea bream	2015/6/26	0.9	2015/6/26	0.005	200
Off Iwaki	Crimson sea bream	2015/10/23	2.7	2015/10/23	0.015	180
Off Iwaki	Crimson sea bream	2016/9/5	1.0	2016/9/5	0.027	37
Off Watari	Crimson sea bream	2014/10/30	0.7	2014/10/30	0.010	76
Off Watari	Crimson sea bream	2017/8/21	0.4	2017/8/23	0.009	39
Off Watari	Crimson sea bream	2018/8/28	0.4	2018/8/22	0.012	35
Off Iwaki	Bastard halibut	2014/7/18	3.5	2014/7/18	0.006	560
Off Iwaki	Bastard halibut	2014/9/5	1.1	2014/9/5	0.007	154
Off Iwaki	Bastard halibut	2014/10/29	1.7	2014/10/29	0.013	131
Off Iwaki	Bastard halibut	2014/12/12	1.1	2014/12/12	0.004	282
Off Iwaki	Bastard halibut	2015/6/26	1.6	2015/6/26	0.005	340
Off Iwaki	Bastard halibut	2015/8/21	1.0	2015/8/21	0.007	132
Off Iwaki	Bastard halibut	2015/10/23	0.7	2015/10/23	0.015	45
Off Iwaki	Bastard halibut	2015/12/6	1.6	2015/12/6	0.006	256
Off Iwaki	Bastard halibut	2016/6/21	1.0	2016/6/21	0.004	253
Off Iwaki	Bastard halibut	2016/9/5	1.1	2016/9/5	0.027	42
Off Iwaki	Bastard halibut	2016/10/22	1.2	2016/10/22	0.012	98
Off Iwaki	Bastard halibut	2016/12/3	0.5	2016/12/3	0.005	110
Off Iwaki	Bastard halibut	2017/6/28	0.7	2017/6/28	0.005	143
Off Iwaki	Bastard halibut	2017/8/19	1.1	2017/8/19	0.005	222
Off Iwaki	Bastard halibut	2017/10/17	1.3	2017/10/17	0.007	197
Off Iwaki	Bastard halibut	2017/12/2	1.2	2017/12/2	0.006	203
Off Iwaki	Bastard halibut	2018/6/5	0.8	2018/6/5	0.004	203
Off Iwaki	Bastard halibut	2018/8/21	0.7	2018/8/21	0.002	265
Off Watari	Bastard halibut	2014/7/2	1.7	2014/7/2	0.018	97
Off Watari	Bastard halibut	2014/10/30	0.4	2014/10/30	0.010	45
Off Watari	Bastard halibut	2014/12/11	4.9	2014/12/11	0.010	490
Off Watari	Bastard halibut	2015/6/23	1.0	2015/6/23	0.018	54
Off Watari	Bastard halibut	2015/8/19	0.9	2015/8/19	0.012	77
Off Watari	Bastard halibut	2015/10/27	1.2	2015/10/27	0.010	122
Off Watari	Bastard halibut	2015/12/9	0.6	2015/12/9	0.011	52
Off Watari	Bastard halibut	2016/6/2	0.9	2016/6/6	0.008	124
Off Watari	Bastard halibut	2016/9/6	0.7	2016/9/6	0.010	70
Off Watari	Bastard halibut	2016/10/25	1.0	2016/10/26	0.012	85
Off Watari	Bastard halibut	2016/12/7	0.7	2016/12/7	0.005	147
Off Watari	Bastard halibut	2017/8/21	0.5	2017/8/23	0.009	57
Off Watari	Bastard halibut	2018/8/28	0.5	2018/8/22	0.012	38
Off Iwaki	Gurnard	2014/9/5	0.7	2014/9/5	0.007	103
Off Iwaki	Gurnard	2014/10/29	1.4	2014/10/29	0.013	108

Off Iwaki	Gurnard	2014/10/29	1.8	2014/10/29	0.013	138
Off Iwaki	Gurnard	2015/6/26	1.4	2015/6/26	0.005	298
Off Iwaki	Gurnard	2015/8/21	1.3	2015/8/21	0.007	181
Off Iwaki	Gurnard	2015/10/23	1.6	2015/10/23	0.015	107
Off Iwaki	Gurnard	2015/12/6	1.1	2015/12/6	0.006	176
Off Iwaki	Gurnard	2016/10/22	2.1	2016/10/22	0.012	171
Off Iwaki	Gurnard	2016/12/3	1.3	2016/12/3	0.005	271
Off Iwaki	Gurnard	2017/8/19	1.1	2017/8/19	0.005	222
Off Iwaki	Gurnard	2018/8/21	0.6	2018/8/21	0.002	233
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2014/7/18	14.0	2014/7/18	0.006	2240
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2014/9/5	7.5	2014/9/5	0.007	1049
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2014/10/29	1.8	2014/10/29	0.013	138
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2014/12/12	1.7	2014/12/12	0.004	436
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2015/8/21	2.8	2015/8/21	0.007	389
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2015/10/23	3.1	2015/10/23	0.015	207
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2015/12/6	2.8	2015/12/6	0.006	448
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2016/6/21	2.2	2016/6/21	0.004	557
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2016/9/5	3.5	2016/9/5	0.027	132
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2016/10/22	3.4	2016/10/22	0.012	278
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2017/8/19	3.8	2017/8/19	0.005	768
Off Iwaki	Starspotted smooth-hound	2018/8/21	2.6	2018/8/21	0.002	1061
Off Soma	Flathead mullet	2014/7/16	54.0	2014/7/16	0.025	2160
Off Soma	Flathead mullet	2014/9/2	44.0	2014/9/2	0.021	2146
Off Soma	Flathead mullet	2014/12/10	15.0	2014/12/10	0.016	968
Off Soma	Flathead mullet	2015/6/22	2.7	2015/6/22	0.020	138
Off Soma	Flathead mullet	2015/8/20	12.0	2015/8/20	0.019	632
Off Soma	Flathead mullet	2015/10/22	9.5	2015/10/28	0.022	432
Off Soma	Flathead mullet	2016/8/20	1.7	2016/8/26	0.026	67
Off Soma	Flathead mullet	2017/8/19	7.9	2017/8/23	0.027	293
Off Soma	Flathead mullet	2018/6/2	8.3	2018/6/4	0.031	268
Off Soma	Flathead mullet	2018/8/26	13.0	2018/8/22	0.013	1000
Off Soma	Flathead mullet	2018/10/21	10.0	2018/10/17	0.010	1031
Off Iwaki	Yellow striped flounder	2014/7/18	5.0	2014/7/18	0.006	800
Off Iwaki	Yellow striped flounder	2014/9/5	1.7	2014/9/5	0.007	238
Off Iwaki	Yellow striped flounder	2014/12/12	3.9	2014/12/12	0.004	1000
Off Iwaki	Yellow striped flounder	2015/12/6	2.5	2015/12/6	0.006	400
Off Iwaki	Yellow striped flounder	2016/6/21	1.8	2016/6/21	0.004	456
Off Iwaki	Yellow striped flounder	2016/12/3	1.7	2016/12/3	0.005	354
Off Iwaki	Yellow striped flounder	2017/6/28	1.5	2017/6/28	0.005	316
Off Iwaki	Yellow striped flounder	2018/6/5	1.8	2018/6/5	0.004	474
Off Watari	Yellow striped flounder	2015/8/19	0.6	2015/8/19	0.012	53

Off Watari	Yellow striped flounder	2018/6/4	0.4	2018/6/4	0.010	41
Off Watari	Yellow striped flounder	2018/8/28	0.4	2018/8/22	0.012	37
Off Iwaki	Marbled flounder	2014/7/18	6.0	2014/7/18	0.006	960
Off Iwaki	Marbled flounder	2014/9/5	4.4	2014/9/5	0.007	615
Off Iwaki	Marbled flounder	2014/10/29	5.7	2014/10/29	0.013	438
Off Iwaki	Marbled flounder	2014/12/12	2.8	2014/12/12	0.004	718
Off Iwaki	Marbled flounder	2015/6/26	7.9	2015/6/26	0.005	1681
Off Iwaki	Marbled flounder	2015/8/21	1.5	2015/8/21	0.007	208
Off Iwaki	Marbled flounder	2015/10/23	2.4	2015/10/23	0.015	160
Off Iwaki	Marbled flounder	2015/12/6	1.0	2015/12/6	0.006	160
Off Iwaki	Marbled flounder	2016/6/21	2.1	2016/6/21	0.004	532
Off Iwaki	Marbled flounder	2016/9/5	1.5	2016/9/5	0.027	57
Off Iwaki	Marbled flounder	2016/10/22	1.7	2016/10/22	0.012	139
Off Iwaki	Marbled flounder	2017/6/28	3.8	2017/6/28	0.005	800
Off Iwaki	Marbled flounder	2017/8/19	1.1	2017/8/19	0.005	222
Off Iwaki	Marbled flounder	2017/10/17	1.1	2017/10/17	0.007	167
Off Iwaki	Marbled flounder	2018/6/5	1.7	2018/6/5	0.004	447
Off Iwaki	Marbled flounder	2018/8/21	4.7	2018/8/21	0.002	1918
Off Watari	Marbled flounder	2014/10/30	1.1	2014/10/30	0.010	114
Off Watari	Marbled flounder	2016/12/7	1.9	2016/12/7	0.005	418
Off Iwaki	John dory	2014/9/5	0.9	2014/9/5	0.007	120
Off Iwaki	John dory	2014/10/29	0.7	2014/10/29	0.013	50
Off Iwaki	John dory	2015/6/26	0.7	2015/6/26	0.005	149
Off Iwaki	John dory	2016/9/5	0.6	2016/9/5	0.027	21
Off Iwaki	John dory	2016/10/22	0.8	2016/10/22	0.012	66
Off Iwaki	John dory	2017/8/19	0.4	2017/8/19	0.005	79
Off Iwaki	John dory	2018/6/5	0.5	2018/6/5	0.004	124
Off Watari	John dory	2014/7/2	2.5	2014/7/2	0.018	143
Off Watari	John dory	2014/10/30	0.8	2014/10/30	0.010	84
Off Watari	John dory	2015/6/23	0.4	2015/6/23	0.018	23
Off Watari	John dory	2016/9/6	0.5	2016/9/6	0.010	47
Off Watari	Yellowfin goby	2014/12/11	2.6	2014/12/11	0.010	260
Off Watari	Yellowfin goby	2015/10/27	4.3	2015/10/27	0.010	437
Off Watari	Yellowfin goby	2018/6/4	1.7	2018/6/4	0.010	173
Off Soma	Yellowfin goby	2014/7/16	3.4	2014/7/16	0.025	136
Off Soma	Yellowfin goby	2014/12/10	3.3	2014/12/10	0.016	213
Off Soma	Yellowfin goby	2018/10/21	1.5	2018/10/17	0.010	155
Off Soma	Yellowfin goby	2018/12/2	1.3	2018/12/3	0.007	181
Off Iwaki	Round-nose flounder	2014/7/18	2.1	2014/7/18	0.006	336
Off Iwaki	Round-nose flounder	2015/6/26	2.0	2015/6/26	0.005	426
Off Iwaki	Round-nose flounder	2015/8/21	1.4	2015/8/21	0.007	194

Off Iwaki	Round-nose flounder	2015/12/6	1.9	2015/12/6	0.006	304
Off Iwaki	Round-nose flounder	2016/6/21	1.6	2016/6/21	0.004	405
Off Iwaki	Round-nose flounder	2016/12/3	1.6	2016/12/3	0.005	333
Off Iwaki	Round-nose flounder	2017/6/28	2.0	2017/6/28	0.005	421
Off Iwaki	Round-nose flounder	2017/8/19	2.0	2017/8/19	0.005	404
Off Iwaki	Round-nose flounder	2018/6/5	1.2	2018/6/5	0.004	316
Off Iwaki	Round-nose flounder	2018/8/21	1.1	2018/8/21	0.002	449

Table S6 Radioactivity concentration data for food processing obtained by the Biospheric Assessment for Waste Disposal Team, QST-NIRS, Chiba

Sample No.	Sampling date	Place	Sample name	Tissue	Treatment	Fresh mass, g	Dry mass, g	I-131 Bq/kg	±	Cs-137, Bq/kg	±	Cs-134, Bq/kg	±	K-40, Bq/kg	±	Pulp /Pericarp	Wash /Raw	Boiled /Wash
220	2011/9/29	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		101.5	4.4			24	2	21	1.1			0.47		
222	2011/9/29	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		75.9	18.9			51	3	41	1.9					
221	2011/9/29	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		118.0	4.7			25	2	24	1.1			0.35		
223	2011/9/29	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		72.6	16.8			72	3	55	1.6					
1280	2013/9/17	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		232.3	29.0			3.0	0.2	1.6	0.2	85	4	0.55		
1279	2013/9/17	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		122.5	35.0			5.4	0.5	2.7	0.3	118	8			
1673	2014/8/18	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		228.1	35.6			4.8	0.4	1.5	0.3	111	7	1.66		
1674	2014/8/18	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		126.0	35.8			2.9	0.2	1.3	0.1	74	3			
1925	2015/8/21	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		238.7	31.4			1.7	0.1	0.4	0.1	78	3	0.75		
1924	2015/8/21	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		231.1	57.3			2.2	0.2	0.6	0.1	95	4			
1477	2014/3/18	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		218.9	27.6			7.7	0.2	2.9	0.1	57	2	0.52		
1475	2014/3/18	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		97.0	23.6			15.0	0.6	5.8	0.4	74	7			
1808	2015/3/26	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		481.5	59.3			1.2	0.1	0.3	0.1	57	2	0.53		
1807	2015/3/26	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		246.2	53.3			2.3	0.2			62	4			
2003	2016/2/13	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		534.6	52.5			0.8	0.1			51	2	0.54		
2002	2016/2/13	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		276.6	61.0			1.4	0.2			67	4			
2134	2017/1/20	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pulp		675.9	66.9			0.6	0.1			46	1	0.46		
2133	2017/1/20	Q	<i>Citrus natsudaiddai</i> (Amanatsumikan)	Pericarp		233.3	60.4			1.4	0.2			74	3			
180	2011/7/28	Q	Persimmon	Pulp		72.0	9.2			11	2	11	1.9			0.45		
181	2011/7/28	Q	Persimmon	Pulp		77.1	9.4			9	1	9	1.2					
182	2011/7/28	Q	Persimmon	Pericarp		55.5	14.8			22	2	20	1.8					
266	2011/10/4	Q	Persimmon	Pulp		61.3	11.7			11	2	10	1.2			0.37		

267	2011/10/4	Q	Persimmon	Pulp	52.2	10.2	6.9	1.5	4.6	1.1		
269	2011/10/4	Q	Persimmon	Pericarp	19.3	5.6	24	3	15	2.3		
271	2011/10/4	Q	Persimmon	Pulp	60.9	11.2	7.0	1.3	5.7	0.8	0.57	
272	2011/10/4	Q	Persimmon	Pulp	55.0	9.8	12	1	10	1.0		
274	2011/10/4	Q	Persimmon	Pericarp	15.8	4.4	17	3	19	2.4		
601	2012/6/27	Q	Persimmon	Pulp	96.7	15.3	3.6	0.3	2.5	0.3	85	6
600	2012/6/27	Q	Persimmon	Pericarp	42.0	10.0	4.5	0.8	4.8	0.6	109	14
604	2012/6/27	Q	Persimmon	Pulp	96.9	15.1	4.1	0.4	2.9	0.3	89	6
603	2012/6/27	Q	Persimmon	Pericarp	40.0	9.5	6.7	0.8	4.2	0.7	93	14
651	2012/9/13	Q	Persimmon	Pulp	290.8	45.4	3.0	0.2	1.9	0.1	65	3
650	2012/9/13	Q	Persimmon	Pericarp	65.4	17.0	3.3	0.4			88	7
655	2012/9/13	Q	Persimmon	Pulp	325.6	51.9	2.4	0.1	1.3	0.1	55	2
654	2012/9/13	Q	Persimmon	Pericarp	66.4	17.8	3.6	0.4			88	7
1211	2013/8/8	Q	Persimmon	Pulp	255.9	32.5	1.2	0.2	0.7	0.1	45	3
1210	2013/8/8	Q	Persimmon	Pericarp	43.5	11.4	3.4	0.8			125	14
1239	2013/8/14	Q	Persimmon	Pulp	248.8	35.4	0.9	0.2			50	3
1240	2013/8/14	Q	Persimmon	Pulp	274.8	39.3	0.4	0.2			52	3
1242	2013/8/14	Q	Persimmon	Pericarp	76.7	18.0	1.5	0.5			91	8
1350	2013/10/8	Q	Persimmon	Pulp	419.9	74.3	1.2	0.1	0.7	0.1	56	3
1352	2013/10/8	Q	Persimmon	Pericarp	54.5	15.2	2.1	0.5	2.0	0.4	133	10
1365	2013/10/12	Q	Persimmon	Pulp	439.6	78.3	0.8	0.2			50	3
1366	2013/10/12	Q	Persimmon	Pericarp	75.6	19.9	1.5	0.4			104	8
1372	2013/10/12	Q	Persimmon	Pulp	357.3	68.7	1.4	0.2	0.8	0.1	52	3
1373	2013/10/12	Q	Persimmon	Pericarp	66.9	17.9	1.5	0.5			87	9
1680	2014/8/20	Q	Persimmon	Pulp	602.2	84.3	1.4	0.1			64	2
1679	2014/8/20	Q	Persimmon	Pericarp	110.0	29.1	1.6	0.3			110	5

1717	2014/10/9	Q	Persimmon	Pulp	343.2	60.9	0.8	0.1	60	3	0.65
1718	2014/10/9	Q	Persimmon	Pulp	348.0	61.7	0.7	0.1	69	3	
1716	2014/10/9	Q	Persimmon	Pericarp	90.9	25.2	1.1	0.3	123	6	
1909	2015/7/21	Q	Persimmon	Pulp	194.2	25.5	0.6	0.1	59	2	0.61
1910	2015/7/21	Q	Persimmon	Pericarp	33.1	8.9	0.9	0.4	122	9	
1937	2015/8/27	Q	Persimmon	Pulp	230.5	35.9	0.6	0.1	61	2	0.62
1936	2015/8/27	Q	Persimmon	Pericarp	35.7	9.8	1.0	0.4	115	8	
1971	2015/10/13	Q	Persimmon	Pulp	357.6	71.6	0.6	0.1	55	2	0.79
1970	2015/10/13	Q	Persimmon	Pericarp	88.6	23.8	0.7	0.3	124	6	
2114	2016/10/11	Q	Persimmon	Pulp	396.5	71.2	0.3	0.1	56	2	0.31
2115	2016/10/11	Q	Persimmon	Pulp	275.9	49.5	0.4	0.1	59	2	
2113	2016/10/11	Q	Persimmon	Pericarp	92.2	26.2	1.0	0.2	97	5	
2207	2017/10/24	Q	Persimmon	Pulp	369.7	74.7	0.2	0.0	64	1	0.62
2208	2017/10/24	Q	Persimmon	Pulp	439.0	84.1	0.3	0.0	61	1	
2206	2017/10/13	Q	Persimmon	Pericarp	85.9	26.1	0.4	0.1	135	3	
120	2011/6/7	Q	Loquat	Pulp	97.6	11.7	91	4	79	3	0.53
117	2011/6/7	Q	Loquat	Pericarp	46.0	7.8	172	9	119	5	
121	2011/6/7	Q	Loquat	Pulp	109.8	13.2	81	4	76	3	0.43
118	2011/6/7	Q	Loquat	Pericarp	33.9	5.8	214	12	131	6	
119	2011/6/7	Q	Loquat	Pericarp	36.6	6.2	162	10	112	5	
565	2012/6/8	Q	Loquat	Pulp	73.5	9.5	17	1	12	1	0.53
566	2012/6/8	Q	Loquat	Pericarp	18.0	3.2	33	2	23	2	
1136	2013/6/19	Q	Loquat	Pulp	154.9	17.3	2.7	0.2	1.5	0.2	0.64
1135	2013/6/19	Q	Loquat	Pericarp	27.7	4.3	4.3	1.0			
1160	2013/6/19	Q	Loquat	Pulp	159.2	12.9	6.2	0.3	3.4	0.2	0.62
1161	2013/6/19	Q	Loquat	Pericarp	31.3	4.3	10.1	1.0	4.6	0.9	15

1609	2014/6/4	Q	Loquat	Pulp	137.0	11.3	2.0	0.2	0.7	0.1	49	3	0.66
1608	2014/6/4	Q	Loquat	Pericarp	34.8	4.7	3.0	0.5	1.1	0.4	99	10	
1631	2014/6/11	Q	Loquat	Pulp	85.9	11.8	4.8	0.3	1.5	0.2	56	5	0.77
1632	2014/6/11	Q	Loquat	Pericarp	13.5	2.5	6.2	1.4	3.3	1.2	95	22	
1871	2015/6/11	Q	Loquat	Pulp	232.0	26.6	6.3	0.2	1.6	0.1	71	2	0.67
1870	2015/6/11	Q	Loquat	Pericarp	49.5	8.2	9.4	0.5	2.9	0.3	117	7	
1878	2015/6/11	Q	Loquat	Pulp	332.2	45.5	1.0	0.1	0.4	0.1	58	2	0.58
1877	2015/6/11	Q	Loquat	Pericarp	69.3	12.3	1.7	0.3			107	6	
2067	2016/6/6	Q	Loquat	Pulp	353.5	32.7	1.6	0.1			52	2	0.64
2066	2016/6/6	Q	Loquat	Pericarp	78.8	12.4	2.5	0.3			91	5	
2170	2017/6/4	Q	Loquat	Pulp	338.2	36.4	0.5	0.0			46	1	0.38
2169	2017/6/4	Q	Loquat	Pericarp	72.7	11.9	1.4	0.1			88	2	
2175	2017/6/4	Q	Loquat	Pulp	237.2	25.5	2.1	0.1			59	1	0.56
2174	2017/6/4	Q	Loquat	Pericarp	61.8	9.9	3.8	0.1			101	2	
582	2012/6/14	Q	Knotweed	Above ground	234.2	29.6	3.3	0.2	2.0	0.2	127	5	1.014
583	2012/6/14	Q	Knotweed	Above ground	216.1	28.0	3.4	0.2	2.1	0.2	129	5	
1217	2013/8/8	Q	Knotweed	Leaf blade	150.7	28.5	1.7	0.2			132	6	0.728
1218	2013/8/8	Q	Knotweed	Leaf blade	155.5	29.2	1.2	0.2			113	6	
1543	2014/4/24	Q	Knotweed	Leaf blade	187.6	35.1	0.9	0.2			124	5	0.962
1545	2014/4/24	Q	Knotweed	Leaf blade	197.8	36.9	0.9	0.2			111	5	
2038	2016/4/22	Q	Knotweed	Leaves	176.3	33.9	1.3	0.2			31	1	1.323
2039	2016/4/22	Q	Knotweed	Leaves	163.6	31.2	1.7	0.2			25	1	
304	2011/10/22	F	Japanese chestnut	Nut	77.7	42.9	892	10	708	6.5	244	27	
305	2011/10/22	F	Japanese chestnut	Nut	81.7	44.8	613	8	465	5.2			0.69
306	2011/10/22	F	Japanese chestnut	Soft skin	42.5	26.4	603	11	473	6.8			
307	2011/10/22	F	Japanese chestnut	Hard skin	38.2	27.5	302	9	241	5.6			

308	2011/10/22	F	Japanese chestnut	Nut	Boiled	44.2	23.0	896	13	693	7.9	219	36	1.00
309	2011/10/22	F	Japanese chestnut	Soft skin	Boiled	7.3	4.5	597	22	431	13.5			0.99
310	2011/10/22	F	Japanese chestnut	Hard skin	Boiled	11.5	7.6	306	14	210	8.4			1.01
1321	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Hard skin	Raw	11.7	7.1	6460	36	2982	18			
1322	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Soft skin	Raw	7.5	3.6	6377	42	2965	22			
1323	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Nut	Raw	24.5	9.2	6297	23	2897	12	153	26	
1324	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Hard skin	Boiled with hard skin	14.4	7.5	4072	25	1883	13			0.63
1325	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Soft skin	Boiled with hard skin	7.6	3.2	4960	36	2264	19			0.78
1326	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Nut	Boiled with hard skin	30.9	10.6	5128	18	2335	9	118	21	0.81
1306	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Hard skin	Raw	22.4	12.3	4650	25	2123	12			
1307	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Soft skin	Raw	8.9	4.2	3120	26	1466	14			
1308	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Nut	Raw	41.7	18.4	2832	13	1292	6	138	18	
1309	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Soft skin	Boiled with soft skin	10.6	2.9	752	12	343	7			0.24
1310	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Nut	Boiled with soft skin	44.7	17.9	2319	11	1044	6	127	17	0.82
1311	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Boiled water, after		68.5	68.5	272	6	116	3			
1312	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Hard skin	Boiled with hard skin	22.9	11.5	3566	21	1627	11			0.77
1313	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Soft skin	Boiled with hard skin	15.5	6.7	3277	21	1517	11	156	42	1.05
1314	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Nut	Boiled with hard skin	75.8	32.1	3702	12	1686	6	143	13	1.31
1315	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Hard skin	Boiled with hard skin & soak in water for 16 hours	18.0	8.5	2445	18	1135	9			0.53
1316	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Soft skin	Boiled with hard skin & soak in water for 16 hours	9.8	4.2	2400	22	1133	12			0.77
1317	2013/9/26	F	Japanese chestnut	Nut	Boiled with hard skin & soak in water for 16 hours	47.8	18.3	1932	10	889	5	108	15	0.68
104	2011/6/7	Q	Someiyoshino cherry	Leaves	Raw	24.8	8.2	64	7	63	4.7			

105	2011/6/7	Q	Someiyoshino cherry	Leaves	Blanching	20.1	58	7	48	4.8		0.90
106	2011/6/7	Q	Someiyoshino cherry	Leaves	Salted	34.9	6	3	7	3.0		0.10
539	2012/5/31	Q	Someiyoshino cherry	Leaves	Wash	31.8	23.2	1.6	16.0	1.1	199	23
540	2012/5/31	Q	Someiyoshino cherry	Leaves	Salted	81.8	6.7	0.9	4.6	0.6	53	12
908	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-3	Raw	93.8	13.2	2.3	6.3	1.7	122	37
909	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-3	Raw	239.4	15.2	0.4	8.3	0.3	120	5
910	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-3	Boiled	205.7	14.3	0.4	7.6	0.2	96	4
916	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-4	Raw	82.1	17.8	2.4	10.5	1.7	156	40
920	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-4	Boiled	112.7	12.9	0.5	7.5	0.3	93	6
924	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-5 upper	Raw	103.6	54.9	1.1	27.3	0.7	158	9
925	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-5 upper	Boiled	102.5	35.5	1.0	18.6	0.6	87	8
926	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-5 middle	Raw	170.3	27.5	0.7	14.5	0.4	135	6
927	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-5 middle	Boiled	196.1	18.6	0.5	10.0	0.3	93	5
928	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-5 lower	Raw	341.6	15.1	0.4	7.5	0.2	107	4
929	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-5 lower	Boiled	261.3	9.9	0.3	4.9	0.2	74	3
933	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-6 upper	Raw	98.1	45.2	1.1	23.6	0.7	164	10
934	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-6 upper	Boiled	141.2	30.4	0.8	16.5	0.5	104	7
935	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-6 middle	Raw	160.8	15.6	0.6	8.5	0.3	116	6
936	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-6 middle	Boiled	241.4	13.6	0.4	7.2	0.3	87	5
937	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-6 lower	Raw	172.8	11.7	0.5	6.6	0.3	100	6
938	2013/4/9	C	Bamboo	Shoot-6 lower	Boiled	223.4	9.2	0.4	5.2	0.2	80	5
2240	2011/5/9	I	Bamboo	Shoot	Boiled	74.9	23	2	19	1.5		
2241	2011/5/9	I	Bamboo	Shoot	Raw	76.9	33	3	27	1.8		
320	2011/10/23	I	Peanut	Nut	Raw	93.5	6.6	1.0	4.4	1.0	223	18
323	2011/10/23	I	Peanut	Nut	Boiled	71.8	2.6	0.9	1.3	0.6	79	16
407	2012/3/19	Q	Japanese dock	Leaves	Raw	55.3	5.4	0.6	3.5	0.5	166	11
												0.81

408	2012/3/19	Q	Japanese dock	Leaves	Wash	54.2	8.5	4.3	0.6	3.6	0.5	166	11	
409	2012/3/19	Q	Japanese dock	Leaves	Boiled	60.8	8.6	2.2	0.5	2.4	0.4	100	9	0.51
580	2012/6/14	Q	Japanese dock		Raw	92.5	9.4	3.7	0.4	2.5	0.3	211	9	1.10
581	2012/6/14	Q	Japanese dock		Wash	85.0	8.8	4.1	0.4	2.2	0.3	200	9	
1093	2013/5/24	F	Water dropwort	Leaves	Raw	24.2	3.1	66.0	3.3	37.2	2.1	201	33	
1094	2013/5/24	F	Water dropwort	Leaves	Wash	28.2	3.4	59.6	3.0	29.9	1.9	194	30	0.90
1095	2013/5/24	F	Water dropwort	Leaves	Boiled	30.9	2.9	40.3	2.1	19.4	1.3	64	22	0.61
405	2012/3/19	Q	Field horsetail	Stem	Raw	33.2	2.3	4.1	0.5	3.5	0.7	118	15	
406	2012/3/19	Q	Field horsetail	Stem	Boiled	34.8	1.8	2.8	0.4	2.1		70	13	0.68
415	2012/3/27	Q	Field horsetail	Stem	Raw	54.6	4.1	3.7	0.4	2.2	0.5	89	10	
416	2012/3/27	Q	Field horsetail	Stem	Boiled	62.9	3.3	1.0	0.2	1.6		55	9	0.28
424	2012/3/28	Q	Field horsetail	Stem	Raw	61.7	4.5	2.4	0.3	1.9	0.3	116	10	
425	2012/3/28	Q	Field horsetail	Stem	Boiled	95.6	5.0	1.3	0.2	1.1		56	6	0.53
798	2013/3/18	Q	Field horsetail	Stem	Raw	55.9	3.5	1.3	0.4			107	8	
799	2013/3/18	Q	Field horsetail	Stem	Boiled	91.8	4.0	0.8	0.2			46	4	0.62
828	2013/3/20	Q	Field horsetail	Stem	Raw	49.8	3.3	1.4	0.5			94	9	
829	2013/3/20	Q	Field horsetail	Stem	Boiled	102.7	4.6	0.6	0.2			53	5	0.47
856	2013/3/26	Q	Field horsetail	Stem	Raw	67.9	3.8	0.6	0.3			109	7	
857	2013/3/26	Q	Field horsetail	Stem	Boiled	117.1	5.0	0.1	0.2			48	3	0.16
333	2011/11/10	F	Garlic	Bulb	Wash	39.7	4.9	33	3	27	7	114	35	
	2011/11/10	F	Garlic	Bulb	Soak in soy sauce	51.3	46.1	8.1	1.0	7.4	0.3	97	17	0.24
	2011/11/10	F	Garlic	Soy sauce, after		54.3	56.5	7.1	0.5	5.6	0.7	96	9	
336	2011/11/10	F	Garlic	Stem	Wash	36.9	4.6	153	9	13	1	1002	125	
337	2011/11/10	F	Garlic	Stem	Wash-Boiled	42.6	5.4	83	6	6	1	931	101	0.54
338	2011/11/10	F	Garlic	Leaves	Wash	52.3	6.3	185	19	17	3	1487	219	
339	2011/11/10	F	Garlic	Leaves	Wash-Boiled	69.2	7.7	119	9	9	1	942	113	0.64

276	2011/10/20	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	104.5	14.3	18.5	0.9	15.5	0.7	268	15	
277	2011/10/20	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	103.2	13.6	18.9	0.9	16.1	0.7	299	15	1.02
278	2011/10/20	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	112.2	11.8	6.1	0.6	5.1	0.4	121	10	0.32
279	2011/10/20	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	96.2	6.5	4.3	0.5	4.0	0.4	170	10	
280	2011/10/20	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	92.3	6.0	5.4	0.6	4.4	0.4	202	11	1.24
281	2011/10/20	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	89.5	4.5	3.0	0.4	2.1	0.3	129	8	0.55
282	2011/10/20	Q	Giant butterbur	Petiole, skin	Boiled	18.0	2.1	D.L.				2251	343	
426	2012/3/28	Q	Giant butterbur	Leaves	Raw	27.1	4.3	7.9	1.4	6.8	1.2	241	23	
427	2012/3/28	Q	Giant butterbur	Leaves	Boiled	54.1	6.6	3.8	0.6	3.1	0.5	108	11	
449	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	96.5	14.5	15.4	0.8	10.6	0.6	201	12	
450	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	100.5	14.6	12.3	0.7	9.4	0.5	195	11	0.80
451	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	174.6	20.2	5.1	0.4	2.6	0.3	87	6	0.41
452	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	146.2	10.4	3.6	0.3	2.7	0.2	152	6	
453	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	140.2	9.7	3.3	0.3	2.4	0.2	159	6	0.92
454	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	176.5	11.3	2.6	0.2	1.5	0.2	137	5	0.81
455	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole, skin	Boiled	32.3	4.1	D.L.						
456	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	69.0	11.8	15.9	0.9	11.5	0.6	214	14	
457	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	66.6	11.2	15.6	0.9	11.5	0.7	201	14	0.98
458	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	71.1	9.1	5.9	0.6	4.7	0.5	61	10	0.38
459	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	73.2	5.7	4.4	0.4	3.3	0.3	174	9	
460	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	74.7	5.6	3.2	0.4	3.1	0.3	181	9	0.73
461	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	65.6	4.0	3.8	0.4	1.8	0.3	140	9	1.17
462	2012/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole, skin	Boiled	12.2	1.6	D.L.						
463	2012/4/17	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	71.2	11.0	11.6	0.7	8.5	0.5	205	11	
464	2012/4/17	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	69.3	10.5	12.3	0.7	9.4	0.5	157	10	1.07
465	2012/4/17	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	100.9	6.8	3.0	0.3	2.6	0.3	166	7	
466	2012/4/17	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	97.3	6.7	2.7	0.3	2.3	0.3	141	7	0.90
467	2012/4/17	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	66.7	10.1	16.5	0.7	10.5	0.5	196	11	
468	2012/4/17	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	72.6	10.9	9.5	0.7	6.7	0.5	185	12	0.58
469	2012/4/17	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	86.5	5.8	8.4	0.4	6.5	0.3	166	8	
470	2012/4/17	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	88.7	6.1	3.7	0.4	2.9	0.3	164	7	0.45

471	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	50.8	8.3	9.9	0.9	8.3	0.7	192	15	
472	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	52.5	8.4	9.2	0.8	8.6	0.6	193	14	0.92
473	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	50.3	8.3	9.7	0.9	8.8	0.7	169	14	
474	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	53.6	8.9	12.1	0.9	7.7	0.6	184	14	1.25
475	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	157.1	10.8	3.4	0.3	2.4	0.2	169	6	
476	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	172.6	11.9	2.3	0.2	1.6	0.2	150	6	0.69
477	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	47.0	8.1	16.7	1.1	13.1	0.8	208	16	
478	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	50.4	8.0	10.7	0.9	8.8	0.7	202	15	0.64
479	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	52.5	8.6	12.9	0.9	9.2	0.7	191	14	
480	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	55.5	8.9	13.8	0.9	8.9	0.7	188	14	1.07
481	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	143.0	9.7	4.2	0.3	2.9	0.2	156	6	
482	2012/4/24	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	143.8	9.9	3.3	0.3	2.6	0.2	170	7	0.78
483	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	70.0	9.7	13.2	0.7	9.4	0.6	221	13	
484	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	70.3	9.3	10.5	0.9	8.3	0.7	224	18	0.79
485	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	87.8	8.5	4.9	0.4	3.6	0.3	102	7	0.46
486	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	127.4	7.3	3.2	0.3	1.9	0.2	178	7	
487	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	112.0	7.1	3.5	0.3	2.0	0.3	208	8	1.11
488	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	113.4	4.2	2.9	0.2	1.7	0.2	167	6	0.83
489	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Petiole, skin	Boiled	20.2	2.2	D.L.						
490	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	83.1	12.0	14.6	0.9	9.5	0.7	255	17	
491	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	85.6	12.0	16.0	0.7	10.9	0.6	229	14	1.10
492	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	84.5	8.8	6.8	0.4	5.6	0.3	98	8	0.43
493	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	123.3	8.4	4.4	0.3	3.4	0.2	216	7	
494	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	143.9	8.6	4.1	0.3	2.7	0.2	169	6	0.93
495	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	108.9	5.4	4.1	0.3	2.6	0.3	168	7	0.99
496	2012/5/2	Q	Giant butterbur	Petiole, skin	Boiled	18.4	2.4	D.L.						
705	2012/10/26	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	51.8	6.8	7.5	0.5	5.0	0.4	212	9	
706	2012/10/26	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	55.3	7.1	6.1	0.4	4.1	0.3	227	9	0.82
707	2012/10/26	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	53.2	3.5	1.7	0.4	1.9	0.3	184	8	
708	2012/10/26	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	53.6	3.5	2.0	0.4	0.3	0.4	197	8	1.17
892	2013/4/5	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	84.8	13.4	7.5	0.6	4.0	0.4	205	10	

893	2013/4/5	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	107.1	16.9	6.8	0.6	4.3	0.4	255	11	0.90	
894	2013/4/5	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	111.5	14.4	3.2	0.3	1.7	0.2	104	5		0.48
895	2013/4/5	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	100.3	6.4	2.4	0.3			149	7		
896	2013/4/5	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	103.4	7.2	1.6	0.3			179	7	0.68	
897	2013/4/5	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	121.0	5.4	1.4	0.2			122	5		0.86
956	2013/4/19	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	92.7	14.8	9.6	0.6	4.3	0.4	200	10		
957	2013/4/19	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	98.9	14.9	9.8	0.5	4.6	0.4	221	9	1.02	
958	2013/4/19	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	133.7	16.5	3.8	0.2	2.3	0.2	119	5		0.39
959	2013/4/19	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	99.2	7.9	2.0	0.3			201	8		
960	2013/4/19	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	112.6	8.4	2.7	0.3	1.5	0.2	181	7	1.34	
961	2013/4/19	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	139.1	7.1	1.9	0.2	1.1	0.2	146	5		0.69
982	2013/4/30	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	109.2	15.0	9.1	0.5	4.4	0.3	227	9		
983	2013/4/30	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	114.3	16.2	9.4	0.5	4.5	0.3	224	9	1.04	
984	2013/4/30	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	214.2	25.5	4.2	0.2	2.2	0.2	127	4		0.45
985	2013/4/30	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	135.8	9.5	2.2	0.3			200	6		
986	2013/4/30	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	140.1	10.6	2.5	0.3	1.3	0.2	203	6	1.10	
987	2013/4/30	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	274.8	13.4	1.5	0.1	0.7	0.1	132	3		0.60
1060	2013/5/24	F	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	51.0	10.5	119	3	64	2	252	22		
1061	2013/5/24	F	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	55.3	10.9	143	3	71	2	224	20	1.20	
1062	2013/5/24	F	Giant butterbur	Petiole	Raw	45.8	4.6	57	2	29	2	248	22		
1063	2013/5/24	F	Giant butterbur	Petiole	Wash	55.8	4.8	48	2	25	2	243	19	0.85	
1515	2014/4/8	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	147.2	26.6	3.8	0.3	1.4	0.2	220	6		
1517	2014/4/8	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	171.6	29.6	3.7	0.3	1.6	0.2	216	6	0.98	
1519	2014/4/8	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	217.9	27.8	1.5	0.1	0.6	0.1	96	3		0.41
1516	2014/4/8	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	142.9	10.8	1.2	0.2	0.5	0.1	185	4		
1518	2014/4/8	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	156.5	11.9	1.1	0.2			175	5	0.91	
1520	2014/4/8	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	198.7	8.6	0.4	0.1			65	2		0.41
1521	2014/4/8	Q	Giant butterbur	Petiole, skin	Boiled	33.1	4.3	1.9	0.6			174	13		
1526	2014/4/23	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	172.5	30.6	4.5	0.4	1.7	0.2	227	8		
1528	2014/4/23	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	179.7	30.7	3.0	0.2	1.4	0.2	200	5	0.66	
1527	2014/4/23	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	196.8	15.9	1.5	0.1	0.5	0.1	174	3		

1529	2014/4/23	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	197.7	16.2	1.0	0.1	0.4	0.1	173	3	0.71
1560	2014/5/8	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	148.1	24.1	2.7	0.3	1.1	0.2	226	6	
1562	2014/5/8	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	156.4	24.4	2.8	0.2	1.4	0.2	214	6	1.04
1561	2014/5/8	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	187.4	15.0	0.7	0.1			167	4	
1563	2014/5/8	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	210.9	16.6	0.8	0.1	0.4	0.1	155	4	1.24
1735	2014/11/19	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	179.1	26.4	1.2	0.2			220	5	
1736	2014/11/19	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	201.3	27.6	0.7	0.2			211	5	0.62
1846	2015/5/5	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	157.8	24.3	3.9	0.2	1.0	0.1	249	5	
1848	2015/5/5	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Boiled	196.5	25.6	2.2	0.1	0.6	0.1	142	3	0.56
1847	2015/5/5	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	235.5	18.0	1.3	0.1	0.3	0.1	195	4	
1849	2015/5/5	Q	Giant butterbur	Petiole	Boiled	253.9	15.9	1.1	0.1	0.3	0.1	177	2	0.80
1850	2015/5/5	Q	Giant butterbur	Petiole, skin	Boiled	45.4	6.6	2.0	0.3			207	6	
-	2011/3/28	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	25.2	3.8	72	1506	39	1470	28		
-	2011/3/28	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	26.6	4.0	61	1718	40	1769	30		1.14
-	2011/4/6	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	21.3	3.2	26	561	19	618	14		
-	2011/4/6	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	18.9	2.8	27	508	20	526	15		0.90
-	2011/4/12	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	40.5	6.1	329	353	12	337	9		
-	2011/4/12	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	42.1	6.3	11	507	14	484	10		1.44
-	2011/4/18	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	44.6	6.7	7	289	10	294	7		
-	2011/4/18	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	48.7	7.3	6	175	8	192	6		0.61
-	2011/4/25	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	47.8	7.2	6	296	10	298	7		
-	2011/4/25	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	46.0	6.9	6	273	10	273	7		0.92
-	2011/5/5	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Raw	55.7	8.4	4	276	9	262	6		
-	2011/5/5	Q	Giant butterbur	Leaf blade	Wash	54.9	8.2	4	235	8	236	6		0.85
-	2011/3/28	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	18.9	1.3	24	261	17	304	13		
-	2011/3/28	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	20.0	1.4	16	134	13	136	10		0.52
-	2011/4/6	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	29.6	2.1	7	53	5	74	4		
-	2011/4/6	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	28.9	2.0	7	87	7	90	5		1.63
-	2011/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	48.1	3.4	4	44	4	47	3		
-	2011/4/12	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	46.8	3.3	4	70	4	63	3		1.58
-	2011/4/18	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	60.0	4.2	3	42	4	41	3		

-	2011/4/18	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	71.0	5.0	37	3	36	3	31	2				0.85
-	2011/4/25	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	43.3	3.0	32	3	49	4	55	3				
-	2011/4/25	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	39.2	2.7	37	4	41	5	40	3				0.83
-	2011/5/5	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	55.6	3.9	11	2	55	3	49	2				
-	2011/5/5	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	60.9	4.3	7	2	41	3	39	2				0.74
2219	2018/4/11	Q	Giant butterbur	Leafblade	Raw	241.4	38.3			2.7	0.1			254	2		
2221	2018/4/11	Q	Giant butterbur	Leafblade	Wash	253.5	37.7			2.0	0.1			246	2		0.74
2220	2018/4/11	Q	Giant butterbur	Petiole	Raw	332.0	25.0			0.6	0.0			205	2		
2222	2018/4/11	Q	Giant butterbur	Petiole	Wash	348.0	26.7			0.5	0.0			206	2		0.89
378	2012/3/12	Q	Giant butterbur	Head	Raw	23.1	3.1			9.8	1.3	6.8	1.2	202	22		
379	2012/3/12	Q	Giant butterbur	Head	Wash	23.6	3.2			5.1	1.1	3.8	1.1	139	21		0.53
380	2012/3/12	Q	Giant butterbur	Head	Boiled	31.3	3.7			5.8	0.9	3.8	0.7	148	15		1.13
399	2012/3/19	Q	Giant butterbur	Head	Raw	16.0	2.1			23.2	1.9	12.5	1.5	164	28		
400	2012/3/19	Q	Giant butterbur	Head	Wash	19.7	2.6			11.4	1.4	7.4	1.1	186	24		
401	2012/3/19	Q	Giant butterbur	Head	Boiled	20.5	2.1			11.3	1.4	8.9	1.2	99	22		1.00
788	2013/3/13	Q	Giant butterbur	Head	Raw	22.6	3.3			5.0	1.1			152	18		
789	2013/3/13	Q	Giant butterbur	Head	Wash	28.0	3.7			5.6	0.9	3.5	0.7	163	16		1.13
790	2013/3/13	Q	Giant butterbur	Head	Boiled	35.3	3.6			1.0	0.5			86	10		0.17
791	2013/3/18	Q	Giant butterbur	Head	Raw	18.3	2.6			5.7	1.3			157	23		
792	2013/3/18	Q	Giant butterbur	Head	Boiled	24.9	2.7			2.3	0.9			102	16		
1999	2016/2/13	Q	Giant butterbur	Head	Raw	136.7	20.1			2.4	0.2			220	5		
2000	2016/2/13	Q	Giant butterbur	Head	Wash	134.1	18.7			1.7	0.2			220	5		0.70
330	2011/11/10	F	Mugwort	Leaves	Raw	21.8	5.8			2841	52	578	17	1149	188		
331	2011/11/10	F	Mugwort	Leaves	Wash	21.4	5.6			2424	49	441	15	1002	191		0.85
332	2011/11/10	F	Mugwort	Leaves	Boiled	31.5	6.3			1073	31	157	4	451	153		0.44
381	2012/3/12	Q	Mugwort	Leaves	Raw	24.6	4.0			3.3	1.3	4.4	1.0	194	23		
382	2012/3/12	Q	Mugwort	Leaves	Wash	27.2	4.1			5.2	1.2	2.9	1.4	200	21		1.56
417	2012/3/27	Q	Mugwort	Leaves	Raw	51.6	7.5			4.8	0.8	3.4	0.7	214	16		
418	2012/3/27	Q	Mugwort	Leaves	Wash	52.4	7.3			4.5	0.8	2.0	0.6	173	15		0.93
419	2012/3/27	Q	Mugwort	Leaves	Boiled	66.9	7.8			2.1	0.3	1.4	0.4	94	11		0.46
-	2012/3/27	Q	Mugwort	Leaves	Raw	51.6	7.5			4.7	0.8			174	14		

-	2012/3/27	Q	Mugwort	Leaves	Wash	52.4	7.3	4.0	0.6		203	11	0.85
-	2012/3/27	Q	Mugwort	Leaves	Boiled	66.9	7.8	2.3	0.1		96	11	0.56
576	2012/6/14	Q	Mugwort	Leaves	Raw	130.7	16.0	6.5	0.4	4.2	0.3	8	
577	2012/6/14	Q	Mugwort	Leaves	Wash	129.8	16.0	6.4	0.4	5.0	0.3	8	0.99
586	2012/6/21	Q	Mugwort	Leaves	Raw	76.5	17.5	8.1	0.7	5.1	0.5	14	
587	2012/6/21	Q	Mugwort	Leaves	Wash	82.3	18.1	4.8	0.6	3.4	0.5	13	0.60
588	2012/6/21	Q	Mugwort	Leaves	Boiled	129.4	23.7	3.4	0.4	2.6	0.4	9	0.71
702	2012/10/26	Q	Mugwort	Leaves	Raw	47.8	9.7	1.6	0.6	3.1	0.5	12	
703	2012/10/26	Q	Mugwort	Leaves	Wash	52.5	10.0	2.1	0.6	2.1	0.4	11	1.36
704	2012/10/26	Q	Mugwort	Leaves	Boiled	81.6	13.0	0.3	0.4	0.6	0.7	7	0.16
1009	2013/5/8	Q	Mugwort	Leaves	Raw	59.7	12.3	1.9	0.6			11	
1010	2013/5/8	Q	Mugwort	Leaves	Wash	55.8	11.1	1.7	0.5			12	0.87
1011	2013/5/8	Q	Mugwort	Leaves	Boiled	88.4	14.6	0.7	0.3			7	0.41
1055	2013/5/24	F	Mugwort	Leaves	Raw	32.3	7.6	376	6	196	3	32	
1056	2013/5/24	F	Mugwort	Leaves	Wash	33.9	8.0	411	6	201	3	29	1.09
1057	2013/5/24	F	Mugwort	Leaves	Boiled	49.6	9.7	196	4	105	2	19	0.48
1286	2013/9/26	F	Mugwort	Leaves	Raw	14.5	3.3	265	7	117	4	44	
1287	2013/9/26	F	Mugwort	Leaves	Wash	15.4	3.3	236	6	110	4	43	0.89
1288	2013/9/26	F	Mugwort	Leaves	Boiled	28.4	5.1	125	3	54	2	21	0.53
1415	2013/11/6	Q	Mugwort	Leaves	Raw	161.3	27.1	1.3	0.2			6	
1416	2013/11/6	Q	Mugwort	Leaves	Wash	175.9	28.7	1.0	0.2			6	0.79
1747	2014/12/9	Q	Mugwort	Leaves	Raw	84.5	15.4	1.0	0.3			6	
1748	2014/12/9	Q	Mugwort	Leaves	Wash	77.5	14.7	0.8	0.3			7	0.77
1749	2014/12/9	Q	Mugwort	Leaves	Boiled	103.6	14.2	0.3	0.2			4	0.37
1856	2015/5/20	Q	Mugwort	Leaves	Raw	158.4	38.3	1.4	0.2	0.7	0.2	5	
1857	2015/5/20	Q	Mugwort	Leaves	Wash	160.7	38.3	1.8	0.1	0.6	0.1	4	1.33
2041	2016/4/22	Q	Mugwort	Leaves	Raw	175.3	26.2	1.1	0.2			5	
2042	2016/4/22	Q	Mugwort	Leaves	Wash	188.7	28.4	1.6	0.2			5	1.37

*Q: QST-NIRS Chiba, F: Fukushima Prefecture, I: Ibaraki Prefecture, C: Chiba Prefecture

<http://www.qst.go.jp/>