柏崎を含む新潟県沿岸周辺の魚介類の ^{137}Cs 濃度

石山　央存・小林　正*・笠原　貢

^{137}Cs Concentration of Several Fishes around Niigata Coastal Area.

Hisanobu Ishiyama, Tadashi Kobayashi* and Mitsugu Kasahara

Radioactivity of marine products from Niigata coastal area, including ten species (38 samples) for the previous food study (since 1993 to 2005) and 26 species (78 samples) for the special survey (since 2007 to 2008) after Chuetsu-oki earthquake was compared to those results of monitoring survey around Kashiwazaki-Kariwa nuclear power station since 1990. Any artificial radionuclides derived from the nuclear power station were not found in the HP-Ge measurement, but only ^{137}Cs caused by passed atomic bomb test and accident in the air was detected. From the results of last three years, ^{137}Cs ranged from N.D. to 0.2 Bq/wet-kg depending on the fish species (probably on their hood habits), which were in the same level of recent studies in Japan.

Keywords: Kashiwazaki coast, fish, shellfish, food habit and ^{137}Cs.

1　は　じ　め　に

新潟県では，柏崎刈羽原子力発電所が運転を開始する 2 年前の 1983 年から，周辺地域における環境放射線監視調査（以下，「監視調査」という．）として，環境試料中の放射能分析を実施してきた [1)]．このうち海産物としては，地域の代表的な海産物であるマダイ，ヒラメ，マガレイ，バイ，サザエ，モズク，ワカメ等を対象試料としてきた．また，1993 年から 2005 年にかけては調査研究として，食品中放射能水準調査（以下，「食品調査」という．）に取り組み，より多くの種類の試料（スケトウダラ，サケ，スルメイカ，モズク等，その他農畜産物も含む）についての調査を行ってきた [2)]．このほか，2007 年から 2008 年にかけては，中越沖地震にかかわる臨時調査（以下，「臨時調査」という．）として，さらに広範な魚種（マアジ，シログチ，カナガシラ，ガザミ等 26 種 78 試料）についての放射能分析を行った [3-5)]．これら全ての試料について，これまで原子力発電所に由来する人工放射性核種は検出されておらず，チェルノブイリ事故の直後を除くと過去の大気核実験等に由来する ^{137}Cs のみが検出されている．

Fig. 1 に 2008 年度の柏崎・石地・出雲崎地域及び新潟県全域における魚種別漁獲高 [6)]を示す．海産物に恵まれた当県では様々な魚種の水揚げがあり，これらに含まれる人工放射能濃度の BG レベルをあらかじめ多種にわたって把握することは重要である．

本稿では，これまでの調査で得られた魚介試料中の ^{137}Cs 濃度についてとりまとめた．なお，これらの ^{137}Cs 濃度は全国で水揚げされる魚介類に含まれるレベルと同程度であり，原子力安全委員会が定めた飲食物摂取制限に関する指標値 [7)]（放射性セシウム，魚：500 Bq/kg）と比較しても十分に低い値であった．

2　実　験　方　法

試料は主に柏崎沿岸のほか，県内各地（佐渡市，村上市，新潟市，糸魚川市等沿岸）で採取した．これらを水洗し，鱗・内臓等除去後に，可食部を摘出した後，450℃で灰化処理した．その後，U8 容器に入れて Ge 半導体検出器により，80,000～240,000 秒測定を行った．なお，本稿での魚介試料分類

* … 新潟県保健環境科学研究所

は水産庁による魚介類の名称のガイドライン[8)]に従った.

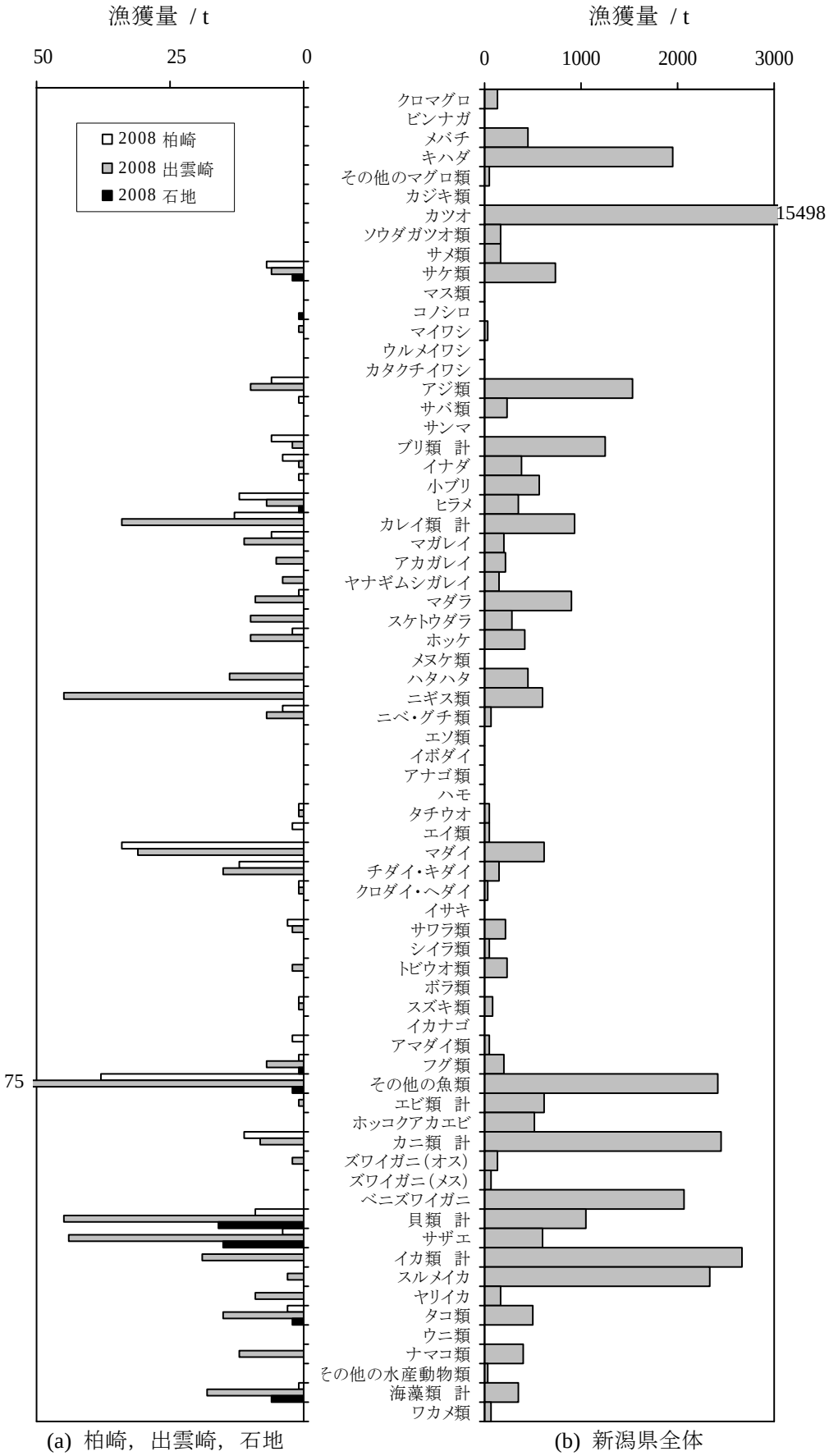

Fig. 1 Fish catch composition in Niigata (Apl., 2008 to Mar., 2009).[6)]

3 結 果 と 考 察

検出された人工放射性核種は ^{137}Cs のみであり，全て過去の大気核実験等に由来するものと考えられた．なお，海藻類についてはほとんどが検出下限値未満であったため，本稿では割愛する．

^{137}Cs 測定結果を Fig. 3 及び 4 に示す．Fig. 3 は，チェルノブイリ事故の影響がほぼなくなった 1990 年から 2006 年までの監視調査及び食品調査の試料について，また Fig. 4 は最近の 2006 年から 2008 年までの監視調査及び臨時調査の試料についての結果である．見やすさのために，監視調査の対象魚種であるマダイ，ヒラメ及びマガレイのプロットは折れ線でつないだ．なお各データの誤差範囲は計数誤差を表す.

監視調査の結果からは，マダイとヒラメの ^{137}Cs 濃度が同程度（2003～2008 年の範囲はマダイ 0.0729～0.150 Bq/kg 生，ヒラメ 0.0715～0.150 Bq/kg 生）であり，マガレイがそれらよりも低い濃度（2003～2008 年の範囲は 0.0542～0.0870 Bq/kg 生）で推移してきている．また，貝類は検出下限値未満であることが多く，まれに下限値をわずかに上回る濃度で検出された.

上記魚類 3 種の濃度差については，加藤ら（2004）も指摘しており [2]，食性の違いによることを指摘した笠松（1999）の報告 [9]を引用している．すなわち，マダイ及びヒラメは ^{137}Cs 濃度の比較的高い餌種である小魚類やエビ・カニなどの甲殻類を捕食するのに対し，マガレイは主に動物プランクトンや多毛類等を摂餌する．なお笠松は，食性以外にも ^{137}Cs 濃度を制御する要因として，魚種の大きさや年齢による代謝速度の違い，生息水深（表層魚と深海魚の差），また海水中 ^{137}Cs 濃度や塩分濃度などをあげている [9].

これらを踏まえ，1990 年以降の監視調査におけるマダイ及びヒラメ並びにマガレイの濃度レベルを基準に ^{137}Cs 濃度結果の分類を行い，魚種別傾向を考察した．以下，両図の点線で表すように，濃度に従って 4 つの群に分け，主に食性に注目して概説する．ただし，正確な比較のためには，年齢及び胃内容物並びに移行係数等の調査が必要となるが，ここでは行わなかったため，生態等については資料 [10-16]をもとにした大まかな傾向把握が目的である．また，1 回の分析供試量は生重量で 5 kg 程度であり，魚種の多くは 1～2 回の採取・分析であったことにも留意する必要がある．稿末には，2007 年から 2008 年までの魚種ごとの ^{137}Cs 濃度結果一覧を，資料調査から得られた生態情報とともに示した.

(i)　^{137}Cs 濃度が比較的高かった魚種

監視調査における対象魚種の ^{137}Cs 濃度をやや上回った試料であり，食品調査におけるスケトウダラ，ブリ，マアジ（1993～2005 年：約 0.32～0.16 Bq/kg 生）及び臨時調査におけるマアジ，シログチ，アカムツ，ブリ，ミシマオコゼ（2007～2008 年：約 0.2～0.12 Bq/kg 生）が含まれた.

Fig. 3 に示す食品調査を含む期間の ^{137}Cs 濃度最高値は，スケトウダラの 0.323±0.0136 Bq/kg 生（1996 年）であり，スケトウダラを対象にした他調査の結果 [17]と比較して同程度であった．また，Fig. 4 に示す 2006 年以降の最高値はマアジの 0.204±0.0062 Bq/kg 生であり，マアジを監視試料としている他県の値 [18-21]と同程度であった.

これらの試料は，稿末に示すように成魚としての食性が完全な魚食性か，あるいはその傾向の強いとされている魚種である．^{137}Cs 濃度の比較的高い餌種を摂取することが，捕食種の ^{137}Cs 濃度も高くする一因と考えられる.

ただし食性という観点に注目した場合，次に述べる群に含めたヒラメやマトウダイも魚食性が強いとされている魚種である．マトウダイは 1 試料のみの測定であったため，確かな傾向とはいえないが，ヒラメについては Fig. 3 及び 4 に示すように，監視調査結果からも上記魚種より低いものであった．従って，食性の文献値だけによる区分は不正確であることがわかる．ヒラメは成長の早い魚であることが知られており，調査したヒラメは大きさが同程度の他魚種よりも比較的若かった可能性もある．正確な原因推定のために，今後ヒラメの年齢・体長ごとの ^{137}Cs の蓄積傾向や移行係数を調べる必要がある.

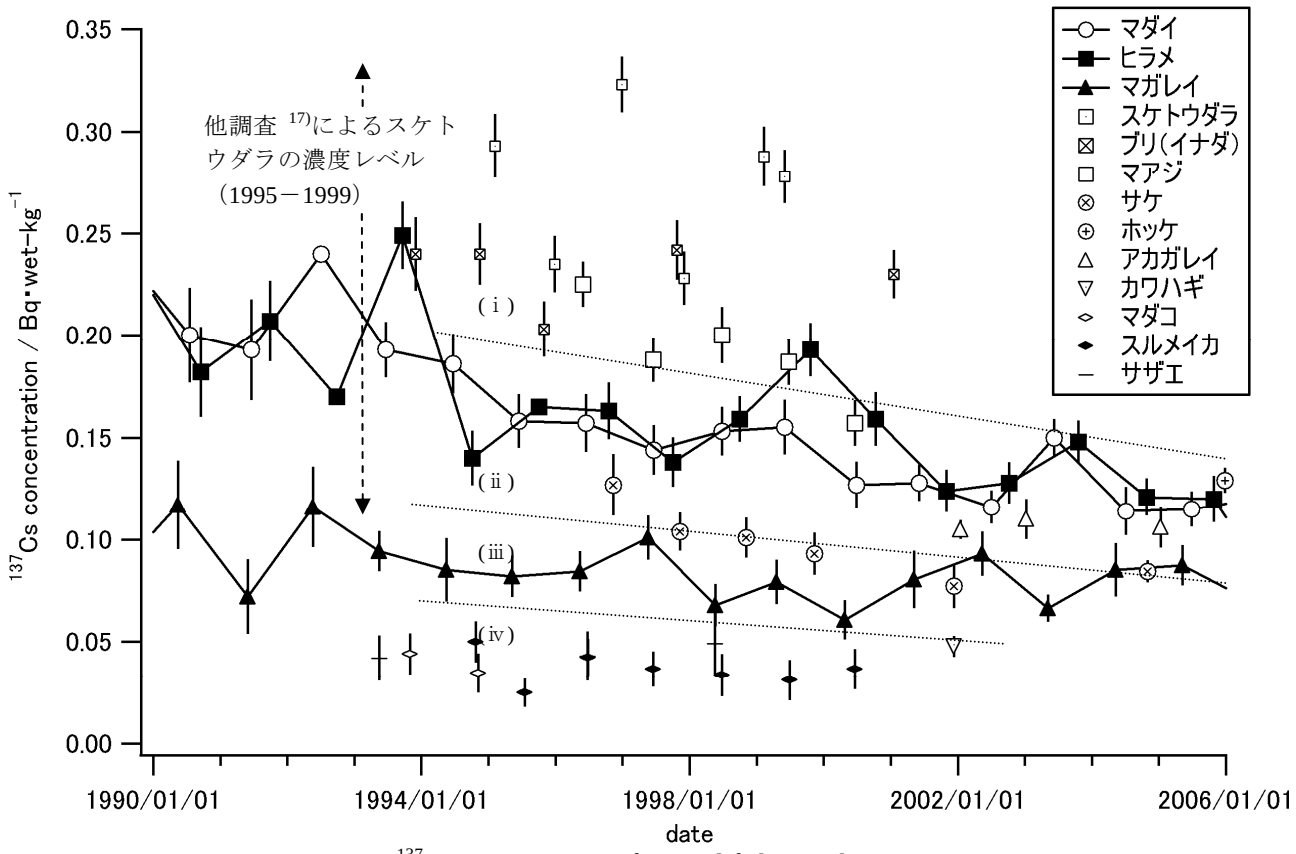

Fig. 3 ^{137}Cs concentration of several fishes in the monitoring survey (1990 to 2005) and the previous study (1993 to 2005).
Dashed lines divide the data into four groups, (i) to (iv).

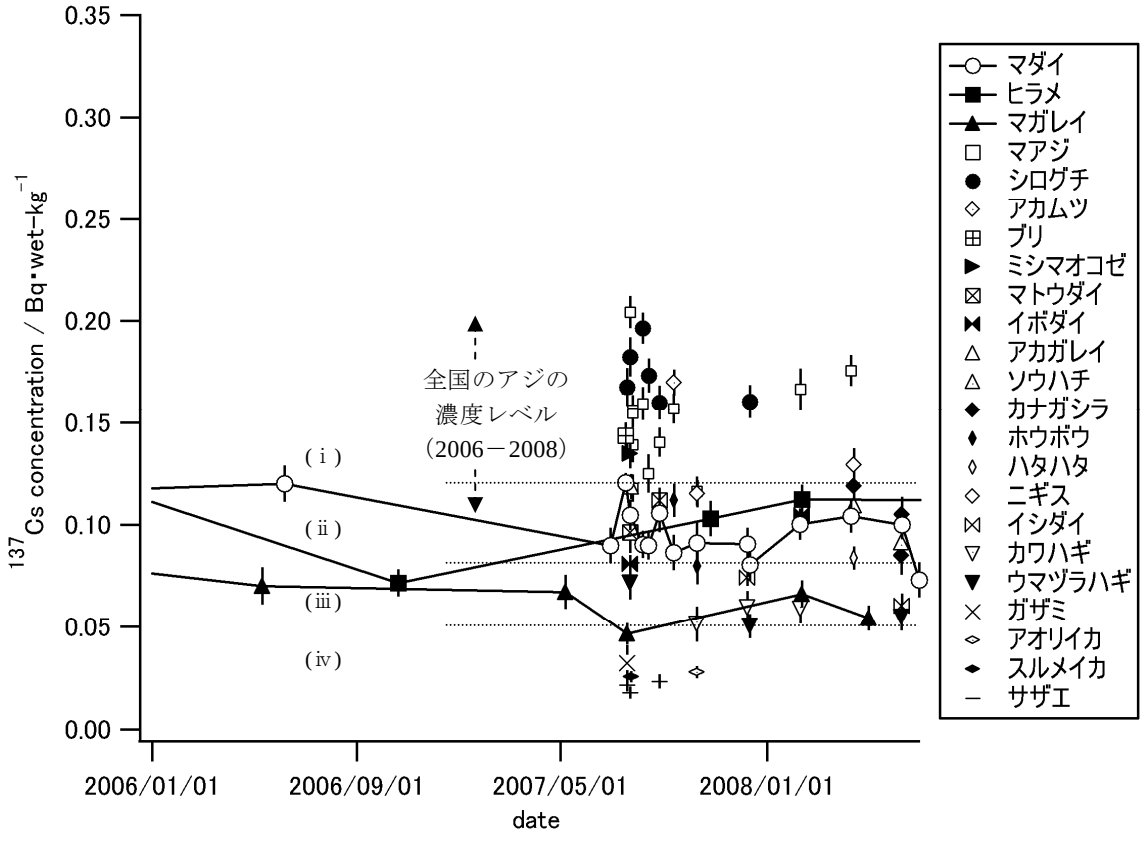

Fig. 4 ^{137}Cs concentration of several fishes in the monitoring survey (2006 to 2008) and the special survey (2007 to 2008) after Chuetsu-oki earthquake.
Dashed lines divide the data into four groups, (i) to (iv).

(ii) 監視調査のマダイ及びヒラメと同程度の魚種

監視調査の対象試料であるマダイ及びヒラメの ^{137}Cs 濃度と同程度の試料であり，食品調査におけるホッケ，アカガレイ（1993～2005 年：約 0.16～0.09 Bq/kg 生）及び臨時調査におけるマトウダイ，イボダイ，アカガレイ，ソウハチ，カナガシラ，ホウボウ，ハタハタ，ニギス（2007～2008 年：約 0.12～0.08 Bq/kg 生）が含まれた．

これらの成魚としての食性は肉食性であり，そのうち上述したようにヒラメ及びマトウダイは魚食性が強いとされている．これら以外は稿末に示すように，エビ・カニ類，オキアミ類，二枚貝類，多毛類，クモヒトデ類等を主に摂餌するとされている魚種である．

なお，笠松（1999）はスケトウダラ，ホッケ，ニギスなどの比較的深海に生息する魚類について，それらの餌生物の ^{137}Cs 濃度はそれ程高くないのにもかかわらず，これら魚類中の ^{137}Cs 濃度が高い[9]ことを報告しているが，今回の臨時調査からは明確な傾向は見出せなかった．

(iii) 監視調査のマガレイと同程度の魚種

監視調査の対象試料であるマガレイの ^{137}Cs 濃度と同程度の魚種であり，食品調査におけるサケ（1993～2005 年：約 0.13～0.08 Bq/kg 生）及び臨時調査におけるイシダイ，カワハギ，ウマヅラハギ（2007～2008 年：約 0.05～0.08 Bq/kg 生）が含まれた．マガレイの食性については上述のとおり多毛類，二枚貝類，端脚類（ヨコエビ等），クモヒトデ類等であり，サケについてはオキアミ類やヨコエビ類，カイアシ類等，イシダイはウニ類，フジツボ類などの硬い底生動物等とされている．またカワハギやウマヅラハギはカイアシ類，ヒドロ虫類，多毛類，貝類のほか海藻類等も食べる雑食性であり，いずれも ^{137}Cs 濃度の比較的低い餌種を食べるとされている．

(iv) ^{137}Cs 濃度が比較的低かった試料

監視調査の対象魚種に比べ ^{137}Cs 濃度が低かった試料群であり，監視調査試料でもあるサザエのほか，食品調査におけるカワハギ，マダコ，スルメイカ（1993～2005 年：約 0.02～0.05 Bq/kg 生）及び臨時調査におけるアオリイカ，スルメイカ，ガザミ（ワタリガニともいう），イワガキ（2007～2008 年： ND～約 0.03 Bq/kg 生）が含まれた．測定値は検出下限に近く，ガザミ 3 試料のうち 2 試料，イワガキ 1 試料，また 2007 年以降のサザエについては 10 試料のうち 7 試料については検出下限値未満であった．頭足類，貝類の ^{137}Cs 濃度が低いことは，食品調査の結果[2]と同様であった．

アオリイカ, スルメイカの食性は小型魚類とされているが, ^{137}Cs 濃度は高くなかった. この理由は, それらの寿命が 1 年程度と短いことも一因と考えられる．

4 ま　と　め

これまでに実施した監視調査（5 種 64 試料），食品調査（10 種 38 試料），中越沖地震臨時調査（26 種 78 試料）における魚介試料の ^{137}Cs濃度について，平常時におけるBGデータとしてとりまとめ，監視調査におけるマダイ及びヒラメ並びにマガレイの濃度レベルを基準にグループ分けをした．なお，いずれの試料からも発電所に由来する人工放射性核種は検出されず, 過去の核実験等に由来する ^{137}Cs が，全国的なレベルの範囲内で検出された．

グループごとに，文献等から得られた生態・食性情報をもとに ^{137}Cs濃度を比較すると，魚食性の高いとされる魚種で濃度の高い傾向があった．一方，貝類や多毛類を主に摂取する魚種や，雑食性で藻類なども摂取する魚種では濃度が低かった．頭足（イカ）類，甲殻類（ガザミ）及び貝類（サザエ，イワガキ）の濃度は魚類よりも低かった．

謝　　辞

多くの魚介試料を冷凍保存するにあたり，新潟県保健環境科学研究所のご協力を得ました．ここに謝意を表します．

参　考　文　献

1) 新潟県，東京電力株式会社：平成 20 年度柏崎刈羽原子力発電所周辺環境放射線監視調査結果報告書，(2009).
2) 加藤健二, 山﨑興樹, 笠原貢, 昆信芳, 殿内重政 : 新潟県放射線監視センター年報, 2, 45-56 (2004).
3) 新潟県，東京電力株式会社：平成 19 年度（臨時報告）柏崎刈羽原子力発電所周辺環境放射線監視調査結果報告書　～新潟県中越沖地震に係る環境影響評価～ (2007).
4) 山﨑興樹，保健物理，43，112-120 (2008).
5) 山﨑興樹，霜鳥達雄，藤巻広司，土田智弘，春日俊信，石山央存，笠原貢，小林正，殿内重政：新潟県放射線監視センター年報，6，45-56 (2008).
6) 新潟県：新潟県統計年鑑，(2008).
7) 原子力安全委員会 : 原子力施設等の防災対策について（平成 20 年 10 月一部改訂）, 23-24 (2008).
8) 水産庁：魚介類の名称のガイドラインについて　平成 19 年 7 月，(2007). http://www.jfa.maff.go.jp/hyouji/
9) 笠松不二男：Radioisotopes, 48, 266-282 (1999).
10) 山本保彦編：現代おさかな事典，エヌ・ティー・エス，(1997).
11) 落合明編：魚類解剖大図鑑，緑書房，(1995).
12) 水産庁：平成 20 年度魚種別系群別資源評価，http://abchan.job.affrc.go.jp/digests20/
13) 水産総合研究センター西海区水産研究所 : 東シナ海・黄海のさかな http://snf.fra.affrc.go.jp/sakana/
14) 原田和弘，海野徹也，大谷徹也：日本水産学会誌，73 (5)，891-896 (2007).
15) 河村智志：新潟県水産海洋研究所研究報告，2，3-14 (2009).
16) 大西健美：新潟県水産海洋研究所研究報告，2，15-20 (2009).
17) 科学技術庁：平成 11 年度　原子力発電所等周辺海域海洋放射能調査結果，(2000).
18) 福井県環境放射能測定技術会議：原子力発電所周辺の環境放射能調査報告平成 20 年度年報，(2009).
19) 静岡県環境放射能測定技術会：浜岡原子力発電所周辺環境放射能調査結果第 141 号，静岡県総務部，静岡県防災局，(2009).
20) 石川県：志賀原子力発電所周辺環境放射線監視結果報告書　平成 20 年度年報，(2009).
21) 環境放射線データベース，http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top

Appendix. ^{137}Cs results of fishes and shellfishes during 2007 to 2008 with their habitats and hood habits.

魚　種	採取回数	^{137}Cs 濃度（平均値）	成魚の主生息域*（文献 [11-16] による）	成魚の食性（文献 [11-16] による）
マ　ア　ジ	13	0.152 ±0.0022	浅海域～大陸棚中央	主に動物プランクトン，魚類（カタクチイワシ等），オキアミ類．他に頭足類，小エビ類，多毛類等
シ ロ グ チ	6	0.173 ±0.0035	浅海域	魚類，エビ・カニ類，多毛類等
ア カ ム ツ	1	0.169 ±0.0065	浅海域～大陸棚縁辺	魚類，イカ類，エビ類等
ブ　　リ	1	0.143 ±0.0064	浅海域～大陸棚縁辺	体長 13cm を超えると完全な魚食性
ミシマオコゼ	1	0.134 ±0.0073	大陸棚	主にネクトン．他にベントス
マ　ダ　イ	13	0.0947±0.0021	浅海域	主にカニ・エビ類，貝類，多毛類等の底生動物類
マトウダイ	2	0.103 ±0.0059	浅海域～大陸棚中央	小型魚類（ホタルジャコやテンジクダイ類等），エビ類，イカ類等
イ ボ ダ イ	2	0.0925±0.0048	浅海域～大陸棚中央	主にオキアミ類，サルパ類．その他浮遊性甲殻類等の動物プランクトン，多毛類等
ヒ　ラ　メ	3	0.109 ±0.0050	浅海域	体長 15cm を超えると完全な魚食性 春から秋にはイカ類，周年にわたって甲殻類も摂取
アカガレイ	1	0.118 ±0.0061	大陸斜面上部～大陸斜面	クモヒトデ類，オキアミ類，ホタルイカモドキ類等
ソ ウ ハ チ	2	0.100 ±0.0044	浅海域～大陸棚斜面	エビジャコ類，アミ・オキアミ類，小型魚類（キュウリエソ等），イカ類等
カナガシラ	3	0.102 ±0.0052	浅海域～大陸棚縁辺	動物プランクトン，底生のエビ・カニ類，二枚貝類，多毛類等
ホ ウ ボ ウ	2	0.0957±0.0060	浅海域	底生のエビ・カニ類，二枚貝類，多毛類，魚類
ハ タ ハ タ	1	0.0836±0.0057	大陸斜面	主に端脚類．その他橈脚類，オキアミ類，イカ類，魚類（スケトウダラ等魚類の仔稚魚）等
ニ　ギ　ス	2	0.122 ±0.0053	浅海域～大陸棚縁辺	オキアミ等の浮遊性小型甲殻類
マ ガ レ イ	4	0.0583±0.0033	浅海域～大陸棚縁辺	多毛類，二枚貝類，端脚類（ヨコエビ等），クモヒトデ類等
イ シ ダ イ	2	0.0669±0.0037	浅海域	ウニ類，フジツボ類のような硬い底生生物または付着動物
カ ワ ハ ギ	3	0.0564±0.0046	浅海域	多毛類，フジツボ類，カニ・アミ類，紅藻類等
ウマヅラハギ	3	0.0588±0.0041	浅海域	カイアシ類，ヒドロ虫類，端脚類，オキアミ類，珪藻類，紅藻類等
アオリイカ	1	0.0276±0.0029		小型魚類
スルメイカ	1	0.0255±0.0027		小型魚類（キュウリエソ等），動物プランクトン等
ガ　ザ　ミ	3	0.0321±0.0090 ND2 試料を除く	沿岸部の浅砂泥底	二枚貝類，甲殻類（ワタリガニ科の稚ガニ，コシオリエビ科），魚類，巻貝，多毛類等
サ　ザ　エ	10	0.0208±0.0019 ND7 試料を除く	沿岸部の岩礁域	海藻類
イ ワ ガ キ	1	ND	沿岸部の岩礁域	植物プランクトン

＊各域の水深は，文献 12)の区分によれば，浅海域（水深約 40～100 m），大陸棚中央（80～140 m），大陸棚縁辺（150 m），大陸斜面上部（200 m），大陸斜面（250～300 m）．