

## 放射性物質拡散シミュレーションによる地域防災計画改定支援事業

田中明夫・佐藤祐一・宮野愛子<sup>1</sup>

### 要約

2011（平成 23）年 3 月に発生した福島第一原子力発電所事故を踏まえ、本県では原子力防災対策の強化を図るため、地域防災計画（原子力災害対策編）の見直しを進めることとなった。この計画の見直しに当たっては、隣接県に立地する原子力発電所で災害が発災した場合の避難区域の確定を含め、滋賀県内の大気中や琵琶湖内において放射性物質が時間的・空間的にどのように拡散する可能性があるのか把握しておくことが必要であり、地域の地形や気象条件、河川からの流入や湖内の流動などを反映したシミュレーションを行うこととなった（第三期中期計画）。その結果は、2013 年度の地域防災計画の一部見直しに活用されたが、緊急時における迅速な影響推定やそれに応じたモニタリング体制の整備がさらに必要とされた。

このことから、第四期中期計画では、以下 2 つの課題について取り組んだ。①大気については、滋賀県において出現する可能性が高い気象条件を計 18 のパターンに分類し、各パターンについて放射性物質の大気拡散予測を実施することにより、緊急時に優先的にモニタリングを実施すべき地域等の検討に活用できる資料を作成した。②琵琶湖については、湖内生態系に関してより詳細な予測が可能となるようにモデルを改良し、プランクトンや魚類における蓄積量の時系列変化を把握した。琵琶湖への影響が特に大きいと考えられる気象条件を用いて計算を行ったところ、「肉食性魚」については、放射性物質の放出から約 1 年が経過した頃から 100Bq/kg を超過し始め、およそ 2 年後に最大となり、その後は緩やかに低下する結果となった。放射性物質が中長期にわたり与える影響を明らかにし、湖内生態系における長期的なモニタリングの必要性を提示した。

### 1. はじめに

本県の原子力防災においては、隣接県で原子力災害が発災した場合にどのような影響が及ぶのか、そして、どのような対応が必要となるのかを整理し、防災行政に反映しておくことが急務である。このことから、第三期中期計画（2011～2013（平成 23～25）年度）においては、放射性物質拡散時に本県の大気質および琵琶湖水質等にどのような影響をもたらすのか、特定の気象等の条件のもとシミュレーションモデルを用いて予測・評価を行った。その結果、気象条件によっては、放射性物質が本県の一部地域において沈着する可能性があること、事故直後には水域により原水（浄水前）レベルで飲料水基準を超過する可能性があることが判明した。これらの結果は、滋賀県版 U P Z（緊急時防護措置を準備する地域）の設定など滋賀県地域防災計画（原子力災害対策編）の見直しに活用されたが、緊急時における迅速な影響推定やそれに応じたモニタリング体制の整備がさらに必要とされた。

そこで、第四期中期計画では、放射性物質の拡散時における緊急時モニタリングを支援するため、これまで構築

してきた拡散予測モデルを活用・改良し、様々な条件下における大気質への放射性物質の拡散予測を行うとともに、中長期的な影響が危惧される生態系への影響予測を行うことを目的として、研究を引き続き進めることとした（図 1-1）。

「サブテーマ（1）大気シミュレーションモデルによる放射性物質の時系列変化の把握」では、緊急時に優先的にモニタリングを実施すべき地域等の検討に活用するため、気象条件と放射性物質の拡散および沈着量の関係を解析した。

「サブテーマ（2）琵琶湖流域水物質循環モデルによる琵琶湖水環境の時系列変化の把握」では、浄水場の取水源にあたる湖辺域における放射性物質の挙動予測を実施するとともに、生態系への移行と蓄積の予測が可能となるようにモデルを改良し、プランクトンや魚類における放射性物質の蓄積量の中長期的な時系列変化を示すこととした。本稿ではこのうち生態系への予測に関する部分について報告する。

1) 滋賀県環境政策課

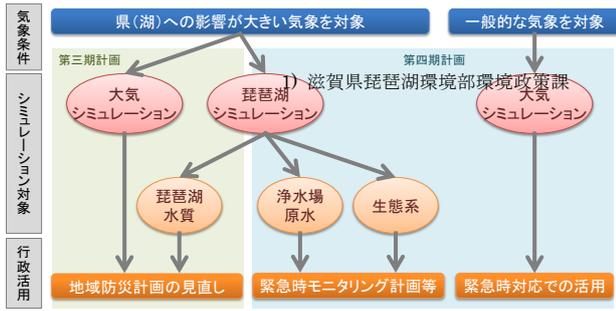


図 1-1 研究の位置づけ

## 2. サブテーマ (1) 大気シミュレーションモデルによる放射性物質の時系列変化の把握

### 2.1. はじめに

滋賀県における空間放射線量のモニタリング体制としては、固定型モニタリングポストの整備とともに、可搬型モニタリングポストおよびモニタリング車が所有されている。固定型モニタリングポスト（6局）は常時稼働しているものの、県域、特に空間放射線量の高くなる可能性の高い湖北から湖西方面を全てカバーできていないものではなく、バックアップ体制が必要である。このため、緊急時の防護措置の判断においては、固定モニタリングポスト以外での測定と測定ポイントの増加によるきめ細やかなモニタリングが必要となる。具体的には、緊急時において、放射性物質の本県への流入・拡散状況をいち早く想定し、優先的にモニタリングを実施すべき地域を判断し、モニタリング車等を適正に配置することが求められる。

しかしながら、事故発生直後には、その時の気象状況を把握して放射性物質の本県への流入・拡散状況を独自に予測することは困難と考えられる。そこで、当センターでこれまでの気象情報を整理し、気象条件と放射性物質の拡散および沈着量の関係を解析して、緊急時に優先的にモニタリングを実施すべき地域等を示した大気拡散予測図をあらかじめ作成することとなった。

### 2.2. 方法

気象条件ごとに放射性物質の大気拡散予測をするため、過去の気象データから気象状況をいくつかのグループに分類し、各グループで典型的な気象パターンを設定した。具体的には、AMeDAS 小浜・今津観測所の風向・風速・降水量を確認し、その組み合わせによりグループおよびパターンを設定した。気象データは2010～2012(平成22～24)年度の1時間値を使用した。本研究では、滋賀県に影響する場合の放射性物質拡散予測をおこなうため、対象とする気象条件を小浜風向が福井県側から滋賀県側への方向(南西～西～北東)のときに限ることとした。

続いて出現可能性の高い気象パターンについて、放射性物質の大気拡散シミュレーションを行った。気象モデルにWRF3.1、化学物質輸送モデルにCMAQ4.7を使用し、気象データとしてNCEP FNL(米国大気研究センター)とGPV(気象庁)を用いた(図2-1)。放射性物質の放出現所は大飯原子力発電所、放出時間は6時間、計算時間は12時間とした。また、シミュレーションの対象物質はセシウム134+137とし、放出量は福島第一原発事故と同程度(セシウム134、137(粒子態100%)それぞれ $2.4 \times 10^{15}$ Bq)とした。

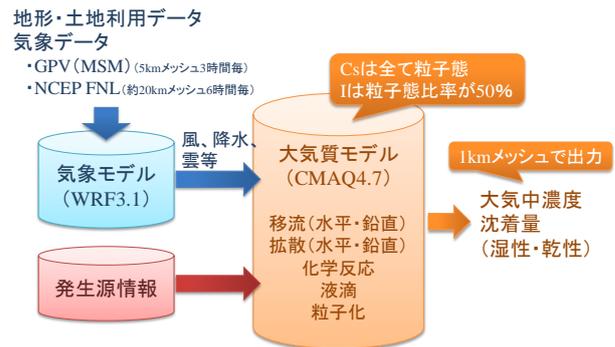


図 2-1 大気モデルの概要

### 2.3. 結果

AMeDAS 小浜観測所における風向および風速の出現数を図2-2に示す。小浜風向については東南東～南南東で最も出現割合が高く、次いで北北西～北で高かった。小浜風速の出現割合は1.5～3.4 m/sで高く、7.0 m/s以上になるケースは10%に満たなかった。したがって、小浜風速は0.3～3.4 m/sと3.5～6.9 m/sの2段階に分けることとした(風速0.2 m/s以下については、風向が定まらないため除外した)。なお、これらの出現割合について季節ごとにも調べたが、季節による違いはあまり見られなかった。

これらの結果を踏まえ、小浜風向・小浜風速・降水量の有無から、気象状況は4つのグループに振り分けることとした(表2-1)。また、各グループにおいて小浜風向と今津風向の組み合わせで出現数の多いものからパターン①、パターン②、・・・とし、2.2で述べた小浜観測所での風向および風速の全データのうち、80%程度をカバーできるように各グループのパターン数(全18パターン)を設定した。

以上のグループおよびパターン分類を元に、気象パターンの選定方法をフローチャート形式で整理したものを図2-3に示す。緊急時にはこのフローチャートを用いて気象パターンがどれに当てはまるのかを検討し、それに応じた放射性物質沈着図を確認することになる。

続いて、それぞれの気象パターンにおける放射性物質の大気拡散予測結果の一部を図 2-4 に示す。パターン I-①では沈着が見られなかったが、他のパターンについては県内に沈着することが分かった。これらの結果を整理して、緊急時に活用することを想定したハンドブック(表紙+フローチャート+予測結果例)を作成した(図 2-5)。緊急時に優先的にモニタリングを実施する際に参考とすべき資料として使い勝手を考慮したものであり、モニタリング車の出動先を検討する際の参考資料として活用されることが期待される。

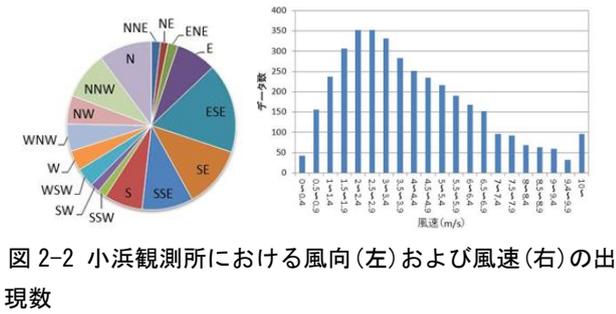


図 2-2 小浜観測所における風向(左)および風速(右)の出現数

表 2-1 気象状況のグループ分け

	グループⅠ	グループⅡ	グループⅢ	グループⅣ
小浜風向:	南西～西～北東	南西～西～北東	南西～西～北東	南西～西～北東
小浜風速:	0.3～3.4m/s	0.3～3.4m/s	3.5～6.9m/s	3.5～6.9m/s
降水量:	なし	あり	なし	あり
データ数:	4,228	1,150	2,941	1,109
パターン数:	9	2	5	2

## 2.4. 考察

2011～2013(平成 23～25)年度まではリスクの高い気象条件下での拡散予測を行ってきたが、実際に原子力発電所事故が起きた際の対応として、さまざまな気象条件下での放射性物質の拡散予測をしておく必要があった。そこで 2014～2016(平成 26～28)年度にかけては、福井県から滋賀県にかけて出現しやすい気象条件を抽出し、放射性物質の拡散予測を実施した。それをハンドブックとして取りまとめたものが「原子力発電所における事故を想定した気象パターン別 放射性物質の大気拡散予測」(図 2-5)であり、緊急時には、そのときの気象条件を把握することにより、本書の拡散予測図から拡散状況のある程度予想できるようになった。

しかしながら、昨今は気候変動の影響により特異的な気象が頻発しており、AMeDAS データの更新に留意するとともに、必要に応じて他の観測所(美浜、長浜、南小松、美山等)も参照することが必要である。

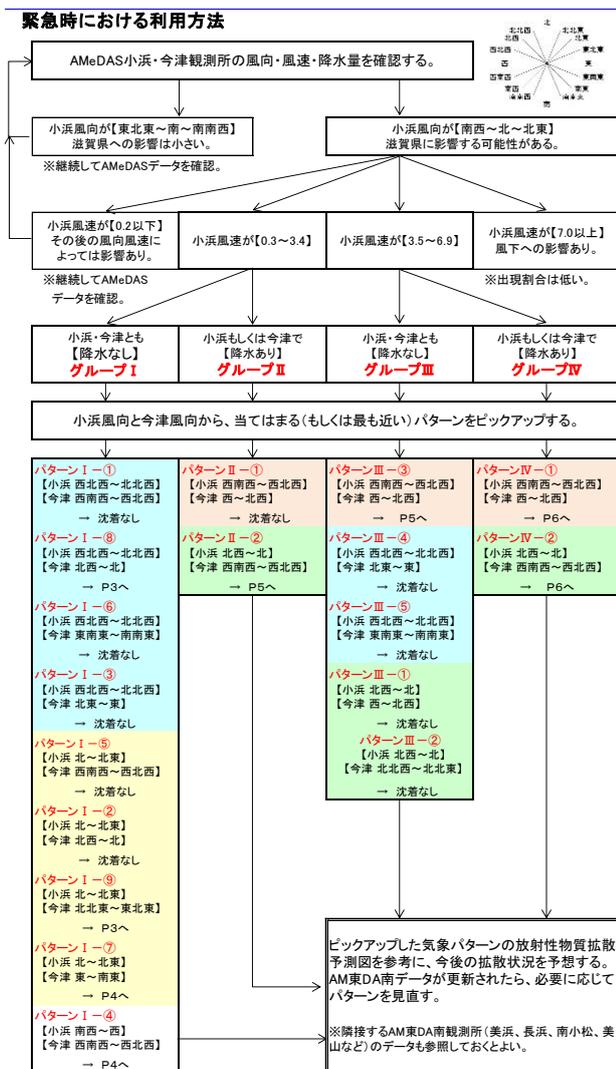


図 2-3 気象パターン選定のフローチャート

事例1(パターンI-①)

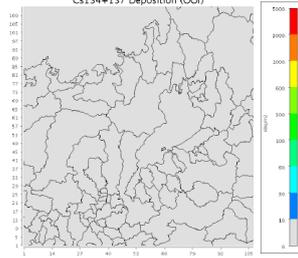
条件: 降水なし。  
小浜風速 0.2~3.4 m/s  
小浜風向 WNW-NW-NNW  
今津風向 WSW-W-WNW

気象状況

年	月	日	時	小浜	今津				
風速	風向	雨量	風速	風向	雨量				
2012	4	12	7	0.4	NW	0	2.5	WNW	0
2012	4	12	8	2	NNW	0	2.9	NW	0
2012	4	12	9	3.7	WNW	0	4	WNW	0
2012	4	12	10	3.3	N	0	2.2	NW	0
2012	4	12	11	2.2	NNW	0	3.2	ENE	0
2012	4	12	12	1.3	NW	0	3.8	ESE	0
2012	4	12	13	1.8	NNW	0	2.6	SSE	0
2012	4	12	14	5.1	WNW	0	2.8	SE	0
2012	4	12	15	4.2	WNW	0	2.6	SE	0
2012	4	12	16	2.2	NW	0	2.1	ENE	0
2012	4	12	17	2.1	WSW	0	0.7	SSE	0
2012	4	12	18	3.4	WNW	0	0.5	SE	0
2012	4	12	19	1.8	W	0	1.1	W	0

■部分は、放射性物質の放出時間帯を示す。

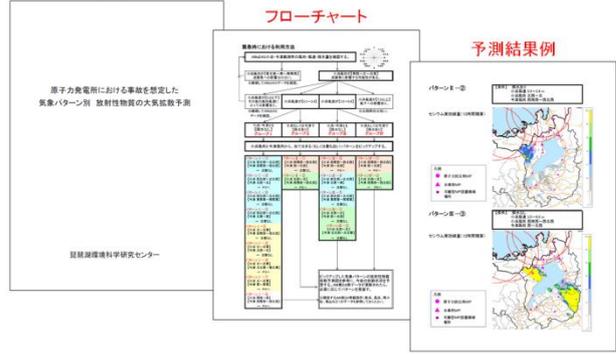
セシウム沈着量(12時間積算)



表紙

フローチャート

予測結果例



事例2(パターンII-②)

条件: 降水あり。  
小浜風速 0.2~3.4 m/s  
小浜風向 NW-NNW-N  
今津風向 WSW-W-WNW

気象状況

年	月	日	時	小浜	今津				
風速	風向	雨量	風速	風向	雨量				
2010	4	22	14	2.1	NNW	0.5	1	WNW	1.5
2010	4	22	15	1	NNE	0	2.8	W	0.5
2010	4	22	16	3	NW	0.5	2.3	W	1
2010	4	22	17	1.3	NW	1	2.1	W	1
2010	4	22	18	3.7	W	1.5	1.2	W	0
2010	4	22	19	4.5	W	0	4.2	W	0
2010	4	22	20	4.7	W	0.5	5.1	W	0
2010	4	22	21	2.6	NNW	0	3.6	W	0
2010	4	22	22	2	WNW	0	2.1	NW	0
2010	4	22	23	3.2	NNW	0.5	2	WNW	0
2010	4	22	24	2.5	NW	0	3.5	W	0
2010	4	23	1	2.9	NW	0	2	WNW	0
2010	4	23	2	3.2	NW	0.5	1.5	WNW	0

■部分は、放射性物質の放出時間帯を示す。

セシウム沈着量(12時間積算)

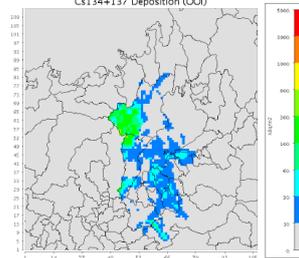


図 2-5 原子力発電所における事故を想定した気象パターン別 放射性物質の大気拡散予測

3. 「サブテーマ (2) 琵琶湖流域水物質循環モデルによる琵琶湖水環境の時系列変化の把握」  
3.1. はじめに

東日本大震災に伴う原子力発電所の事故を受け、滋賀県に隣接する地域で同様の事態が発生した場合の本県への影響や対応について検討するため、これまで構築してきた「琵琶湖流域水物質循環モデル」(佐藤ら、2011)を放射性物質の動態を解析できるよう機能拡張を行うとともに、2013(平成 25)年度には琵琶湖表層水質への影響予測を行い、その結果を地域防災計画へ反映した(滋賀県防災会議、2014)。

一方、琵琶湖は生活・工業・農業用水としてのみならず、古くから漁業が営まれており、現在もアユやフナ類等を中心に年間 1,000 トン程度の漁獲量がある。原子力発電所の事故時には、これら生態系への影響も懸念される。東日本地域では事故から 5 年を経過した現在においてもなお出荷が制限されている魚介類が存在し、生態系への影響は水質よりも長期に渡ると予測される。また魚種により蓄積性が大きく異なることも観測されている。しかしながら、これまで構築してきたモデルは水質予測を中心としたものであったため、プランクトンや魚類など生物種への放射性物質の蓄積等については十分検証がなされていなかった。

そこで本研究では、生物種間の濃縮機構の差異について検討するため、東日本地域におけるモニタリング結果等を参考にして生態系(特に魚類)に係るモデルを改良し、水質予測を行ったときと同様のリスクの大きな気象条件を用いて生態系への影響予測、ここでは魚類等への放射性物質の蓄積量の予測を行った。

事例3(パターンIII-③)

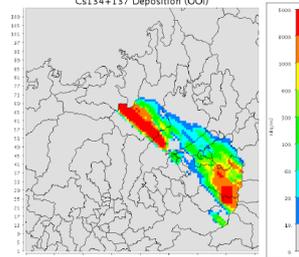
条件: 降水なし。  
小浜風速 3.5~6.9 m/s  
小浜風向 WSW-W-WNW  
今津風向 W-WNW-W

気象状況

年	月	日	時	小浜	今津				
風速	風向	雨量	風速	風向	雨量				
2011	1	19	14	5.5	W	0	3	WNW	0
2011	1	19	15	6.9	W	0	5.2	WNW	0
2011	1	19	16	4.4	W	0	3.7	WNW	0
2011	1	19	17	5.7	W	0	3.1	W	0
2011	1	19	18	4.3	W	0	3.1	WNW	0
2011	1	19	19	3.5	WNW	0	2.7	W	0
2011	1	19	20	3.5	W	0	2.9	W	0
2011	1	19	21	1.6	WSW	0	3.3	W	0
2011	1	19	22	2.2	NW	0	3	WSW	0
2011	1	19	23	2.1	WSW	0	3.9	W	0
2011	1	19	24	3.4	WSW	0	3.4	W	0
2011	1	20	1	4.6	WSW	0	2.7	WSW	0
2011	1	20	2	3.6	WSW	0	4	W	0

■部分は、放射性物質の放出時間帯を示す。

セシウム沈着量(12時間積算)



事例4(パターンIV-①)

条件: 降水あり。  
小浜風速 3.5~6.9 m/s  
小浜風向 WSW-W-WNW  
今津風向 W-WNW-W

気象状況

年	月	日	時	小浜	今津				
風速	風向	雨量	風速	風向	雨量				
2010	12	24	14	4.1	W	0.5	4.5	W	2.5
2010	12	24	15	7	W	0.5	5.8	WNW	2
2010	12	24	16	7.9	WSW	1	6.5	WNW	0.5
2010	12	24	17	6.1	W	2	5.5	WNW	1.5
2010	12	24	18	6.5	NW	0.5	5.8	WNW	1.5
2010	12	24	19	3.6	W	1	5.3	WNW	0
2010	12	24	20	4.5	W	1	5.7	WNW	0
2010	12	24	21	3.3	WSW	0.5	5.2	W	0.5
2010	12	24	22	2.2	W	0.5	4.4	W	0
2010	12	24	23	4.1	WNW	0.5	4.7	W	0
2010	12	24	24	4.9	W	0	5.4	W	0
2010	12	25	1	3	WSW	0	6.5	W	0
2010	12	25	2	1.6	W	0	1.8	W	0

■部分は、放射性物質の放出時間帯を示す。

セシウム沈着量(12時間積算)

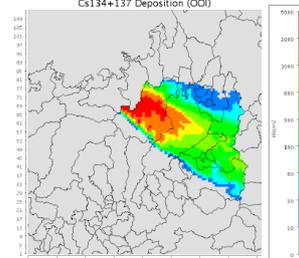


図 2-4 放射性物質の拡散予測図(12時間積算); 左上の「条件」は分類属性を、左の「気象状況」は予測の気象条件(AメDASの1時間値)を示す。

3.2. 方法  
3.2.1. 東日本地域における食物連鎖簡易モデルの構築

本研究の目的は、琵琶湖における魚類等への放射性物質の蓄積量を予測することである。しかしながら、琵琶湖は福島第一原発事故による放射性物質の汚染をほとんど受けていないので、生物種ごとの放射性物質の摂食や排泄等に係るパラメータを推定することができない。パラメータは予測結果に大きな影響を与えると考えられ、科学的に妥当と考えられる方法によってパラメータの幅を推定し、琵琶湖の予測に活用する必要がある。

そこで本研究では、これまで構築したモデルのうち、食物連鎖に係る部分のみを切り出して簡易に記述した「食物連鎖簡易モデル」を新たに構築し、東日本地域において水生生物調査が実施されている複数の湖沼に適用することで、各湖沼におけるパラメータを推定した。琵琶湖にとってリスクの大きな条件について予測するため、推定された各パラメータの幅の中で「最も蓄積しやすいケース」を設定し、琵琶湖における計算を実施することとした。

構築した食物連鎖簡易モデルの概要を図 3-1 に、モデルで仮定した食物網（捕食－被食関係）の概念図を図 3-2 に示す。食物連鎖簡易モデルは以下の式で表される。

バイオマスの変化：

$$\frac{dM_i}{dt} = \sum_j \alpha_{ji} M_j - (1-f_i) \sum_j \alpha_{ij} M_i - \beta_i M_i - \gamma_i M_i - \sum_j \alpha_{ij} M_j$$

体内セシウム量の変化：

$$\frac{dX_i}{dt} = \sum_j \alpha_{ji} M_j C_j - (1-e_i) C_i (1-f_i) \sum_j \alpha_{ij} M_i - m_i C_i \beta_i M_i - C_i \sum_j \alpha_{ij} M_j$$

体内セシウム濃度：

$$C_i = \frac{X_i}{M_i}, \quad C_i^{wet} = k_i l_i C_i$$

ここで、

添字  $i, j$ : 生物種

$M_i$ : バイオマス (kgC)

$\alpha_{ij}$ : 生物種  $i$  による生物種  $j$  の捕食量 (1/日)

$f_i$ : 捕食の同化率 (-)

$\beta_i$ : 死亡率 (-)

$\gamma_i$ : 呼吸率 (-)

$X_i$ : 体内のセシウム量 (Bq)

$C_i$ : 体内のセシウム濃度 (炭素量あたり) (Bq/kgC)

$e_i$ : 排泄蓄積係数 (-)

$m_i$ : 死亡代謝係数 (メタボリックレイト) (-)

$C_i^{wet}$ : 体内のセシウム濃度 (湿重量あたり) (Bq/wet-kg)

$k_i$ : 湿重量・乾重量換算係数 (dry-kg/wet-kg)

$l_i$ : 乾重量・炭素量換算係数 (kgC/dry-kg)

パラメータは以下の考え方にもとづき推定した。

- ・ バイオマス変化量=0 (定常) とし、またプランクトンと底質デトリタスの濃度を観測値から設定 (入力値) して、魚類およびベントスのセシウム量 (濃度) の時

系列変化を予測した。

- ・ 半減期の長い Cs-137 を対象として 3 湖沼におけるパラメータを推定した。
- ・ 湖沼により変化させるパラメータは、以下の 2 種類とした。その他パラメータは全湖で共通とした。
  - $\alpha_{ij}$ : 生物種  $i$  による生物種  $j$  の捕食量 (捕食量の合計値は全湖共通)
  - $e_i$ : 排泄蓄積係数

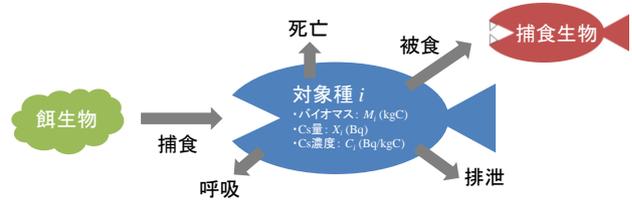


図 3-1 食物連鎖簡易モデルの概要

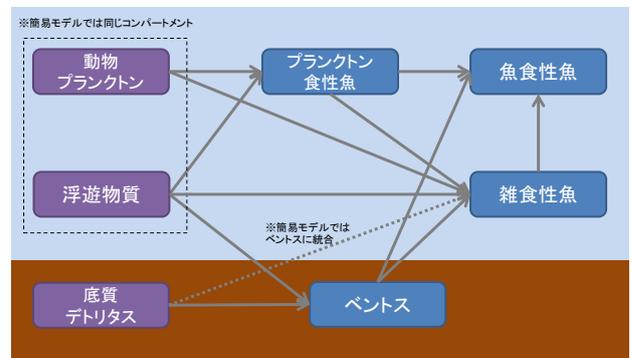


図 3-2 モデルで仮定した食物網 (捕食－被食関係)

上記モデルを適用する地域として、環境省が水生生物調査を実施している湖沼から選定した。環境省は東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査として、公共用水域における水質、底質等の他、水生生物の調査を実施している (環境省、2016)。これは、調査地点数は限定されるものの、魚類のみならず貝類や藻類、甲殻類、昆虫等の多様な生態系について調査してデータを公開しているほぼ唯一のものであり、生態系中の放射性物質の移行過程を知る上で貴重なデータであるといえる。

水生生物調査地点を図 3-3 に示す。このうち淡水湖沼である「はやま湖 (真野ダム)」「秋元湖」「猪苗代湖」を対象としてデータを収集、整理を行った (一部、流入河川を含む)。具体的には、以下の方法により生データを時系列、項目別に整理した。

- ・ 4～6 月を春季、7～9 月を夏季、10～12 月を秋季、1～3 月を冬季として、採取日に応じて季節を振り分けた。
- ・ 各季節、各調査対象項目 (魚類、貝類等) で全データの平均値を算出し、大まかな傾向をつかんだ。

- 対象期間は観測開始から2015年12月調査までとした。
- 魚類はその食性に応じて、「肉食性魚（コクチバス、ヤマメ、サクラマス等）」「雑食性魚（フナ類、コイ、ナマズ等）」「プランクトン食性魚（ワカサギ等）」に分類して整理した。



図 3-3 対象とした東日本地域の3湖沼（環境省、2016）

### 3.2.2. 琵琶湖における生態系への影響予測に用いたモデルの概要

計算に使用したモデルについて、大気モデルは第2章で説明したものと同様、気象モデルとして WRF3.1、大気質モデルとして CMAQ4.7 を用いた。気象データとしては GPV MSM (5km メッシュ 3 時間毎) および NCEP FNL (約 20km メッシュ 6 時間毎) を用いた。

陸域モデルおよび湖沼モデルは、筆者らが有機物・窒素・リン等の予測を目的に開発した「琵琶湖流域水物質循環モデル」(陸域 500m メッシュ、湖沼 1km メッシュ 12 層) (佐藤ら、2011) を、浮遊物質や放射性物質の環境中の移行過程が考慮できるよう改良して使用した。例えば陸域においては、雨滴衝撃および表面流出による土壌発生量を算定するモデルを構築し、水中における浮遊物質 (SS) 濃度を予測した。陸域・湖沼の分配係数は Ciffroy et al. (2009) の最頻値より設定した。

また 3.2.1 の検討結果を踏まえ、これまで構築してきた琵琶湖流域水物質循環モデルのうち生態系モデルについて、特に魚種分類の細分化を行った。改良後のモデル構造を図 3-4 に示す。魚類を食性に応じて、「プランクトン食性魚」「雑食性魚」「肉食性魚」に分類した。

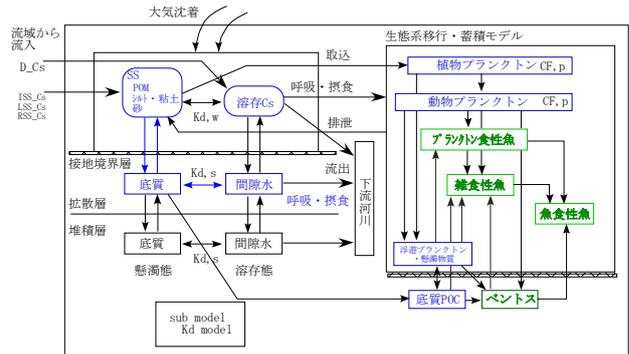


図 3-4 改良した琵琶湖生態系モデルの構造

### 3.2.3. 予測条件

美浜原発において 2011 年 8 月 20 日に事故が起き、放射性物質の放出が生じたケースを想定する (図 3-5)。本ケースは、2013 (平成 25) 年度に実施した琵琶湖表層水質への予測結果において、濃度が大きくまた比較的長期間に渡り影響が見られたことから、リスクの非常に大きな気象条件として選定した。具体的な条件は以下の通りである。

- 福島第一原発から 2011 年 3 月 15 日に放出されたのと同程度量を想定 (旧原子力安全委員会資料参照)
  - Cs-137 :  $4 \times 10^{14} \text{Bq/h} \times 6 \text{時間}$
  - Cs-134 =  $1.2 \times \text{Cs-137}$
- セシウムの大気中粒子態比率を 100% と仮定して、放出発生日から 24 時間の計算を実施
- 陸域モデル・湖内流動モデル・湖内生態系モデルは、2011 年 4 月 ~ 2015 年 12 月末までの約 5 年間の計算を実施 (各モデルで適宜助走期間を設定)

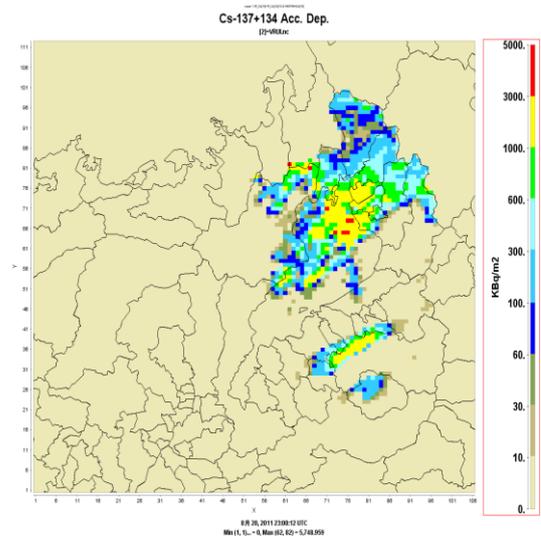


図 3-5 想定ケースにおける放射性セシウムの 24 時間沈着量

### 3.3. 結果

#### 3.3.1. 東日本地域の湖沼におけるパラメータ

はやま湖（真野ダム）を対象としてパラメータの推定を行い、各生物種の放射性セシウム濃度を予測した結果を図3-6に示す。雑食性魚の一時的な高濃度を除けば、概ね全体的な傾向を再現することができた。

同様のモデル構築とパラメータ推定を他の2湖沼でもを行い、各魚種、各パラメータについて3湖沼のうち最も蓄積しやすい値を選定し、次に述べる琵琶湖における予測計算を実施した。

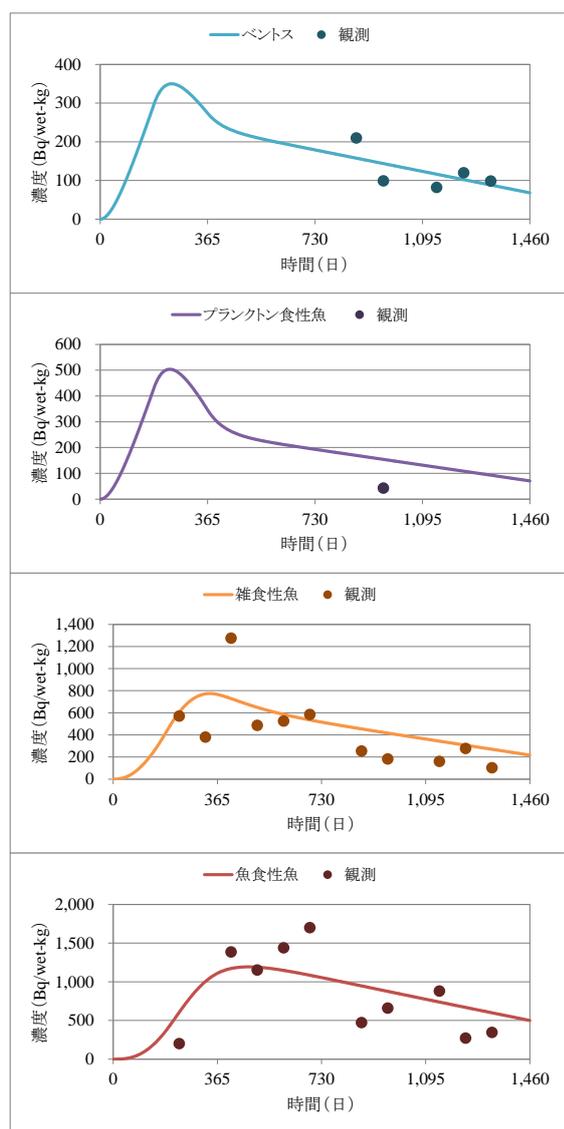


図 3-6 はやま湖における予測結果

#### 3.3.2. 琵琶湖における影響予測結果

3.3.1. で設定したパラメータを用いて、琵琶湖における各生物種への放射性セシウム蓄積予測を行った結果を図3-7に示す。魚類のうち、「雑食性魚」「魚食性魚」の放射

性セシウム濃度は、放射性物質の放出からおよそ2年後まで濃度が上昇（「魚食性魚」は、1年が経過した頃から100Bq/kg（一般食品の基準値）を超過）し、その後は緩やかに低下した。「植物プランクトン」「動物プランクトン」「プランクトン食性魚」の放射性セシウム濃度は「雑食性魚」「魚食性魚」と比べてかなり小さかった。

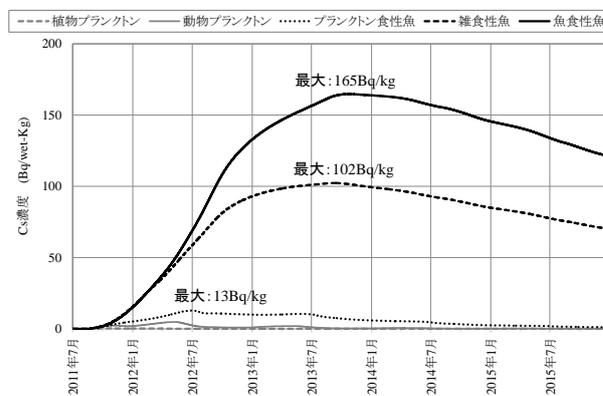


図 3-7 琵琶湖における影響予測結果

### 3.4. 考察

東日本地域の湖沼では、事故後1年程度経過したときの魚類の放射性セシウム濃度は最大で300~400Bq/kgとなり、その後低下して4年半後には最大100Bq/kg超程度となっているところがある。今回の琵琶湖の予測は、これらの湖沼の調査と濃度レベル、傾向ともに類似した結果となった。

ただし、今回行った琵琶湖における予測結果は、前提条件や方法等に不確実性を持つため、実際に原子力災害が発生した場合には、モニタリング調査を実施し、実測値をもとに注意深く対応する必要がある。

### 4. まとめ

放射性物質拡散時における緊急時モニタリングの実施を支援するため、大気および琵琶湖流域における拡散予測モデルを用いた予測を行うとともに、結果について取りまとめた。

大気については、出現可能性の高い気象パターンについて大気中での拡散シミュレーションを行い、緊急時に優先的にモニタリングを実施すべき地域等の検討に活用できる資料の提示を行った。

琵琶湖については、琵琶湖への影響が特に大きいと考えられる気象条件を用いて、プランクトンや魚類に蓄積する放射性セシウム濃度の予測を行ったところ、「魚食性魚」を除いては概して100Bq/kg（一般食品の基準値）を下回るという結果が得られた一方で、「魚食性魚」については、

放射性物質の放出から約1年が経過した頃から100Bq/kgを超過し始め、およそ2年後に最大となり、その後は緩やかに低下するとの結果となった。

## 5. 謝辞・摘要・引用文献等

Ciffroy P , Durrieu G , Garnier JM (2009) Probabilistic distribution coefficients (K(d)s) in freshwater for radioisotopes of Ag, Am, Ba, Be, Ce, Co, Cs, I, Mn, Pu, Ra, Ru, Sb, Sr and Th: implications for uncertainty analysis of models simulating the transport of radionuclides in rivers, Journal of Environmental Radioactivity, 100(9), 785-794.

環境省 Web サイト: 東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査 (公共用水域)  
[http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results\\_r-pw.html](http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html) (2016年3月確認)

佐藤祐一・小松英司・永禮英明・上原浩・湯浅岳史・大久保卓也・岡本高弘・金再奎 (2011) 陸域-湖内流動-湖内生態系を結合した琵琶湖流域水物質循環モデルの構築とその検証、水環境学会誌、34 (9)、pp.125-141.

滋賀県防災会議 (2014) 滋賀県地域防災計画 (原子力災害対策編)