

平成18年度

事業報告書

〔 自 平成18年4月 1日
至 平成19年3月31日 〕

財団法人 環境科学技術研究所

目 次

〔Ⅰ〕 事業の概要-----	1
〔Ⅱ〕 事業の内容-----	1
Ⅰ. 放射性物質等の環境影響に関する調査研究 -----	1
1. 天然放射能による被ばく線量に関する調査研究-----	1
2. 放出放射能の環境分布に関する調査研究 -----	1
2.1 環境移行・線量評価モデルとパラメータの検証-----	1
2.2 環境移行・線量評価モデルの高度化-----	1
2.3 パラメータの充実-----	2
2.3.1 放射性物質の形態間移行-----	2
2.3.2 作物葉面における挙動-----	2
3. 植物の元素集積性に関する調査研究-----	2
4. 閉鎖型生態系実験施設における炭素移行に関する調査研究-----	2
4.1 作物における炭素移行データの収集-----	2
4.2 ヒト・動物における炭素移行データの収集-----	2
4.3 炭素移行シミュレーション基本プログラムの開発-----	3
4.4 閉鎖居住実験-----	3
4.5 廃棄物循環システムの運用技術開発試験-----	3
4.6 閉鎖系居住実験施設における微量ガス制御技術試験-----	3
5. 閉鎖系陸・水圏実験施設における炭素移行に関する調査研究-----	3
5.1 湿地生態系構築と炭素移行に関する試験-----	3
5.2 海草群落生態系構築と構成生物の炭素収支に関する試験-----	4
6. 微生物系物質循環に関する調査研究 -----	4
6.1 土壌における炭素の蓄積と放出の調査-----	4
7. 低線量放射線の生物影響に関する調査研究 -----	4
7.1 低線量放射線生物影響実験調査(継世代影響に係る実験) -----	4
7.2 低線量放射線の生体防御機能に与える影響調査-----	4
7.3 低線量放射線のがん関連遺伝子に与える影響調査 -----	5
8. 生物学的線量評価に関する調査研究 -----	5
Ⅱ. 放射性物質等の環境影響に関する知識の普及啓発-----	6
Ⅲ. その他 -----	7
1. 組織・体制等 -----	7
2. 施設の建設・整備等 -----	7

〔Ⅰ〕事業の概要

平成18年度においては、青森県から、放射性物質等の環境影響に関する調査研究として12件、国から、原子力と環境のかかわりに関する知識の普及活動として1件を受託し、計画どおりに実施した。その調査研究活動の一環として、環境モデリングと放射生態学に関する国際検討委員会を、六ヶ所村の文化交流プラザ「スワニー」において開催した。

また、先端分子生物科学研究センター第2研究棟の建設を行った。

〔Ⅱ〕事業の内容

I. 放射性物質等の環境影響に関する調査研究

県から受託した12件を、8項目19課題に分類し、課題ごとに成果の概要を報告する。

1. 天然放射能による被ばく線量に関する調査研究

自然放射線・天然放射性核種による青森県民の被ばく線量評価、また生態系の被ばく線量評価法の開発を行うことを目的とし、平成18年度には、六ヶ所村及び青森市において収集した日常食や食品の放射化学分析を行い、内部被ばく線量を推定した。更に、六ヶ所村の森林生態系としてブナ林を選び、そこに生息する小哺乳類の受ける内部被ばく吸収線量を推定した。

2. 放出放射能の環境分布に関する調査研究

2.1 環境移行・線量評価モデルとパラメータの検証

大型再処理施設周辺地域を対象に開発中の「環境移行・線量評価モデル」並びにモデルに用いられている各種パラメータの検証を行うため、施設から放出される放射性物質の環境中における分布について調べた。平成18年度には、アクティブ試験に伴って排出された放射性核種 (^3H 、 ^{85}Kr 、 ^{129}I) が認められた。これらのうち、放出源情報が得られた大気中 ^{85}Kr による線量率上昇データを用いて、陸域移行・線量評価モデルに組み込まれている大気拡散モデルの検証を行った。今後、他の核種についても放出源情報を基に、モデル・パラメータの検証を進める。

2.2 環境移行・線量評価モデルの高度化

大型再処理施設から放出される放射性核種を対象として、地域特性を考慮したより現実的な線量評価を行う「総合的環境移行・線量評価モデル」を構築することを目的とし、平成18年度は、前年度までに整備した「大気拡散・陸域移行モデル」システムの総合試験、感度解析、事例計算による特性評価を行い、モデルに含まれる各パラメ

一タの重要度を検討した。さらに、通常運転時及び仮想事故時の事例計算を行った。また、尾駮沼モデルにおける集水プロセスを記述する「尾駮沼集水域モデル」の基本設計を行った。

2.3 パラメータの充実

2.3.1 放射性物質の形態間移行

放出放射性核種の環境中での移行を精度良く評価することを目的として、環境中における微量元素の形態別分析に基づき、土壌内及び水中における形態間移行速度を求める分析法や実験条件を確立した。さらに、土壌中でのCs、Srの形態変化と植物吸収に関する試験、並びに水中におけるランタノイド、アクチノイド及びヨウ素の形態変化に関する予備試験を行った。

2.3.2 作物葉面における挙動

植物の葉面に沈着した放射性核種が、降水や風等の気象現象により、葉面から除去される（ウェザリング）過程の実験法を確立した。

3. 植物の元素集積性に関する調査研究

青森県の環境条件に適した植物による環境浄化対策に資することを目的として、土壌からのCs、Sr及び微量元素の除去効率（面積当たりの収奪量）が高い元素集積植物を数種類見出した。また、すでに得られているCs耐性を持つモデル植物について、耐性を制御する遺伝子の座乗染色体を決定した。

4. 閉鎖型生態系実験施設における炭素移行に関する調査研究

4.1 作物における炭素移行データの収集

大型再処理施設から放出される ^{14}C の環境移行のモデル化、及び速度論的な被ばく線量評価に資するため、イネ及びコマツナに $^{13}\text{CO}_2$ を曝露し、生育時期による ^{13}C 取り込み量の違いを明らかにした。

4.2 ヒト・動物における炭素移行データの収集

ヤギに ^{13}C でラベルした稲ワラを給餌し、呼気、血清、血球、乳汁、尿、糞中の ^{13}C 濃度変化から、 ^{13}C 代謝速度（排出速度）に関するデータを得た。

また、ヒトにおける ^{14}C 代謝に関するデータを収集した。あらかじめ ^{13}C 摂取量の変動を抑えた被験者5人に対し、 ^{13}C をラベルした米、及びグルコースを与える実験を行い、呼気中の ^{13}C 濃度の時間変化を求めた。この結果、米及びグルコースいずれを用いた場合でも、2つの排出速度が観察された。

4.3 炭素移行シミュレーション基本プログラムの開発

閉鎖型生態系実験施設全体の CO₂ 濃度制御のための炭素移行シミュレーションプログラムを開発するため、ボックス型シミュレーションシステムが持つべき基本構造、各ボックス間での物質 (CO₂) 移動の特性 (応答特性) の解析を行った。また、系内には時定数の小さな (速い) 物理的なプロセスから、生態系を通しての CO₂ 移行などの時定数の大きな (遅い) プロセスまで内包しているため、ルンゲクッタ法など適切な計算アルゴリズムの検討を行った。

4.4 閉鎖居住実験

閉鎖型生態系実験施設全体の機能確認のため、平成 18 年度は空気及び水を閉鎖系内で循環させ、2 週間の居住実験を 3 回実施した。4 名の居住被験者を 2 名ずつ組み合わせ、各実験ごとに生理・心理面の検査を行った。閉鎖系内での植物栽培では、養液の再利用による植物生育に対する影響を調べた。

居住実験期間中、系内の CO₂ 濃度は、CO₂ 濃度制御システムにより適切に制御された。また、被験者の生理学的・心理学的状態は良好であった。

4.5 廃棄物循環システムの運用技術開発試験

閉鎖型生態系実験施設において植物の非可食部や動物・ヒトの糞尿等の廃棄物から CO₂ や栄養塩を循環・再利用する技術を確認するため、炭化・燃焼法による廃棄物循環システムを開発し、その機能試験を行った。模擬試料 (ろ紙パルプ) や作物の非可食部 (モミ殻)、ヤギの糞を用いた炭化・燃焼試験では、ほぼ予定した燃焼効率が得られた。

4.6 閉鎖系居住実験施設における微量ガス制御技術試験

閉鎖系内でヒトや動物の排泄物等の処理に伴い発生する微量 NO_x の濃度を制御するため、新たに導入した吸着・除去システムの機能試験を行った。触媒による酸化燃焼と洗気による NO₂ 吸着を組み合わせることにより、閉鎖居住実験期間における NO₂ 濃度を基準上限値 (5ppm) 以下で制御することが可能となった。

5. 閉鎖系陸・水圏実験施設における炭素移行に関する調査研究

5.1 湿地生態系構築と炭素移行に関する試験

大気-湿地植物-土壌間での炭素移行を明らかにするための予備試験として、閉鎖系陸圏実験施設内に、六ヶ所周辺に広く分布しているヨシ群落生態系を構築した。導入された土壌、ヨシ群落における土壌特性 (酸化還元電位、全炭素含有量)、土壌水・

地下水特性 (pH、電気伝導度)、土壌からの CO₂ 及び CH₄ フラックス等は、野外のヨシ群落土壌とほぼ同様の値を示した。

5.2 海草群落生態系構築と構成生物の炭素収支に関する試験

水圏での ¹⁴C 移行に関する試験を行うため、閉鎖系水圏施設内に生産者としてのアマモ及び消費者としての底棲動物からなる海草群落生態系を構築し、この生態系の長期維持に関する試験を行った。また、生産者、消費者の生物活性 (生産速度、呼吸速度、摂食速度、排糞速度等) を調べ、個体重量との関係を明らかにした。

6. 微生物系物質循環に関する調査研究

6.1 土壌における炭素の蓄積と放出の調査

大気-植物-土壌間での ¹⁴C 循環に関するモデル構築のため、土壌からの ¹⁴C 再放出に係る微生物活動の寄与について調査を開始した。平成 18 年度は、予備試験として水田及び畑地における炭素の蓄積及び放出に関する調査を行った。水田土壌においては、稲ワラを鋤込んだので、その分土壌中の炭素量は増加したが、冬季だったため微生物活性が低く、大気中への CO₂、CH₄ の放出量は低かった。しかし畑地では冬季でも比較的微生物活性が高く、CO₂、CH₄ の大気中への放出が有意に高かった。

7. 低線量放射線の生物影響に関する調査研究

7.1 低線量放射線生物影響実験調査 (継世代影響に係る実験)

低線量率・低線量放射線の継世代影響を明らかにするため、低線量率 (0.05 mGy/22 時間/日、1 mGy/22 時間/日、20 mGy/22 時間/日) γ 線を約 400 日間連続照射したオス親マウスを非照射メス親マウスと交配し、仔 (F1) を得、さらにその仔同士の間交配によって孫 (F2) を得て、非照射対照群の仔・孫とともに、それらを終生飼育して死亡マウスの寿命、死因、発がん等を調べる。オス親マウスの照射は、各群 180 匹を 6 つに分け 7 年間で終える計画である。平成 18 年度は、そのうち、2 回分 (40 匹) の照射を終了し、それぞれ仔と孫を含む 3 世代の妊娠率、出産匹数等繁殖データの収集、死亡個体の病理学的検索及び遺伝子解析用組織試料の凍結保存を行った。また、更に 2 回分 (60 匹) の照射を開始するとともに、実験に必要なマウスの自家生産と系統維持を行った。

7.2 低線量放射線の生体防御機能に与える影響調査

低線量率放射線の連続照射が免疫細胞に及ぼす影響を検討する上で指標となるリンパ球の比率と増殖能について、高線量率 (900 mGy/分) または中線量率 (400 mGy/22 時

間/日) γ 線を1 Gy及び2 Gy照射したマウスの脾細胞で調べ、低線量率 γ 線連続照射による影響と比較するためのデータを得た。

また、寿命試験で観察された低線量率放射線連続照射マウスの体重増加に関わる要因を検討するため、低線量率(20 mGy/22時間/日) γ 線を連続照射したマウスを個別飼育して体重、摂食量、飲水量及び排泄物量等を測定した。その結果、体重増加と摂食量あるいは飲水量との相関はみられなかったが、照射マウスの排泄物量/摂食量比が非照射対照群と比較して高いことが分かった。

7.3 低線量放射線のがん関連遺伝子に与える影響調査

低線量率・低線量放射線による発がんや遺伝子の変異・発現変化を検討するためマウスに発生した悪性リンパ腫及び骨髄性白血病、並びに脾臓組織における遺伝子の変異または発現について解析を行った。

悪性リンパ腫に関しては、低線量率(20 mGy/22時間/日) γ 線を約400日間連続照射したマウスから得た試料で、mRNAの発現について解析した。その結果、悪性リンパ腫の遺伝子発現プロファイルが、正常リンパ節のものと異なる発現プロファイルに分類されることが分かった。

骨髄性白血病に関しては、低線量率 γ 線連続照射の影響を調べる前に、高線量率(約500 mGy/分) γ 線を3 Gy照射したマウスに発生した骨髄性白血病試料を解析した。その結果、2番染色体欠失と遺伝子の点突然変異の他に、6番染色体の部分増加等が検出された。

脾臓組織については、低線量率(20 mGy/22時間/日)で800 mGyまで、中線量率(400 mGy/22時間/日)で8,000 mGyまで γ 線をそれぞれ連続照射したマウスの脾臓での遺伝子発現を調べた。その結果、中線量率照射では800 mGy以上の集積線量から遺伝子発現が増加したが、低線量率照射では集積線量の増加に伴う大きな発現増加は観察されず、非照射の場合と比較して有意な差はみられなかった。

8. 生物学的線量評価に関する調査研究

染色体異常等を調べることで被ばく線量を推定する生物学的線量評価法を、低線量率・低線量放射線被ばくの場合にも適用する上で必要となる、線量・線量率効果に関するデータを得るため、マウスに低線量率(20 mGy/22時間/日) γ 線を最大約400日間連続照射し、脾臓細胞に生じた染色体異常の頻度を調べた。その結果、不安定型染色体異常と転座型異常頻度は線量の増加に伴い、ほぼ直線的に上昇することが示された。また、高線量率(約900 mGy/分)及び低線量率(20 mGy/22時間/日及び1 mGy/22時間/日)の γ 線をそれぞれ250 mGy照射して比較したところ、不安定型異常頻度は低線量率では、

低下した。

II. 放射性物質等の環境影響に関する知識の普及啓発

放射線や原子力の環境安全等に関する知識の普及を図るとともに、自然科学に対する関心を高めることを目的として、以下の活動を行った。

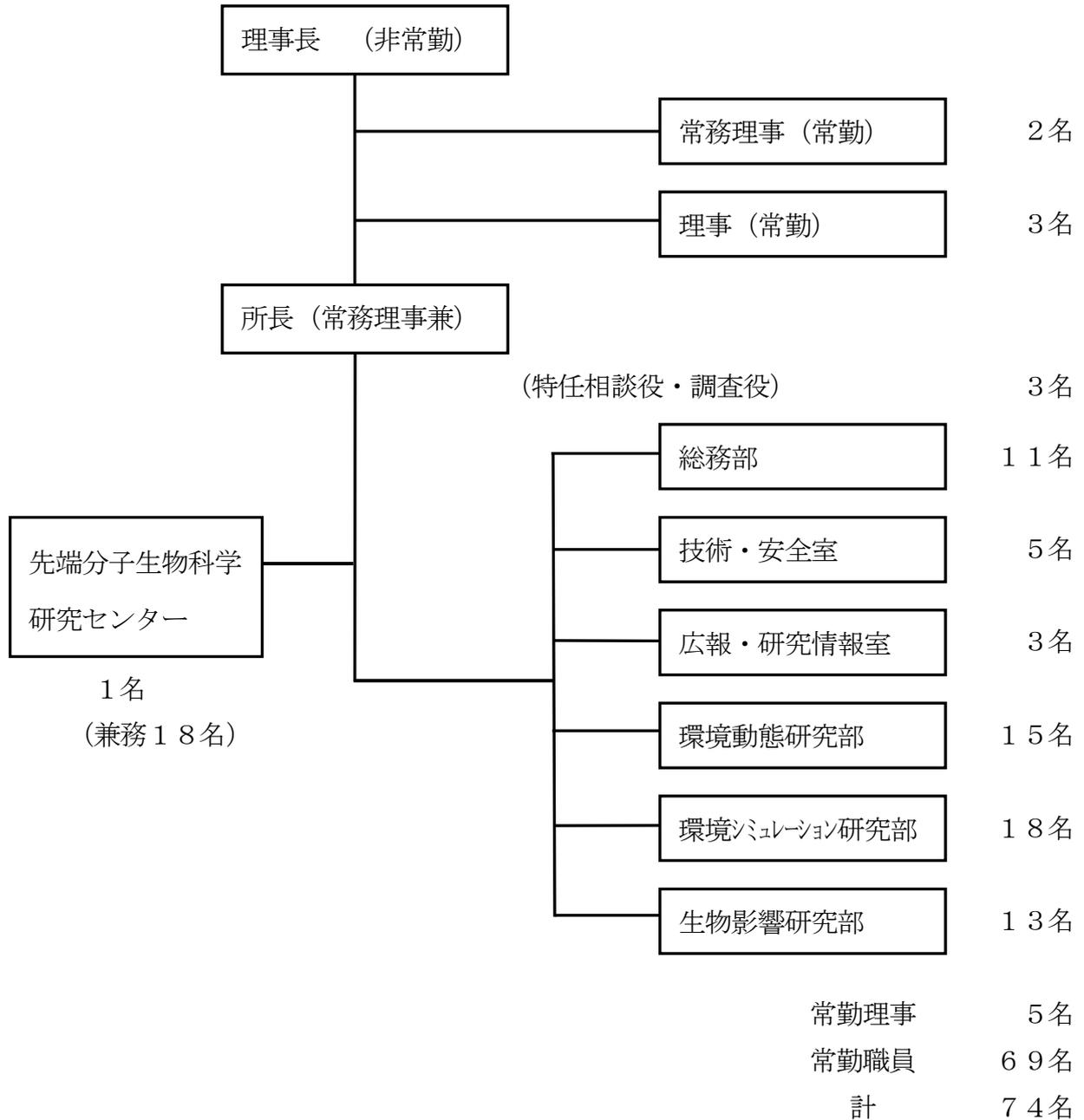
- (1) 住民等からの申し込みに応じて、放射線及び科学について話をする出前講演を 20 回実施した。放射性物質の動き、生物への放射線の影響などについて、説明する「講座」を、弘前（3 回シリーズ）、盛岡及び東京で開催した。
- (2) 環境研内で夏期及び冬期に理科教室を開催するとともに、ジュニアリーダー夏季研修会及び六ヶ所村少年少女発明クラブで科学実験を行った。また、放射線測定実演を、サイエンスフェア（十和田市）、ろっかしよ産業まつり、ショッピングセンター「エルム」（五所川原市）、青少年のための科学の祭典（山形市）、フェライトこども科学館（秋田県にかほ市）において開催し、身近にある自然放射線の観察・測定や放射線利用を体験してもらった。
- (3) 原子力に関する基本的な内容、用語などを分かりやすく解説したリーフレット「ミニ百科」、原子力の基礎的な事項について分かりやすく記載した小冊子「アトミックサイエンスノート」を作成するとともに、原子力利用が生活環境に及ぼす影響について理解する上で必要な放射線に関する知識をコンパクトにまとめたパンフレット「原子力と環境のかかわり」を改訂した。

環境研の活動等を発信するため、環境研ニュース及び年報を発行した。

III. その他

1. 組織・体制等

平成19年3月31日現在の組織・人員構成は次のとおりである。



2. 施設の建設・整備等

先端分子生物科学研究センター第2研究棟の整備を行い、建屋工事を竣工させた。