

# I. 研究実施の概要

## 1. 地球環境部

地球環境部は、気象研究グループ、生態システム研究グループ、温室効果ガスチーム、食料生産予測チーム、フラックス変動評価チームで構成され、「地球規模での環境変化と農業生態系との相互作用の解明」および「生態学・環境科学研究に係わる基礎的・基盤的研究」をテーマとした課題を担当している。前者については、地球規模の環境変動が農業生態系に及ぼす影響の解明および農業が地球環境に及ぼす影響解明と対策技術の開発を、後者については、環境資源情報の計測・解析技術の高度化をそれぞれ目標とし、以下の小課題を実施している。

気象研究グループでは、地球環境変化によって生じる農業生態系への影響の予測と大気質変化を明らかにすることを目的に3つの小課題を実施している。

「気候変化や二酸化炭素の濃度上昇による農業気候資源量の変動特性の解明と影響評価」の課題では、気候変化による水循環の変動が東・東南アジア地域の農業生産に与える影響を明らかにすることを目的としている。これまでに、気候値に基づいた農業水資源量を評価するため、流域水収支モデル、河道流下モデルならびに灌漑サブモデルからなる大陸スケールの水循環モデルを構築した。このモデルについて、河川流量の実測値および既存の水文モデル出力値との比較により検証を行い、作物栽培の水需要量を表す灌漑要水量と利用可能な水資源量を表す流域流出量に基づく水需給率の時空間変動特性を明らかにするとともに、灌漑サブモデルを組み込み、水需要を河川取水によって満たされる領域を算出している。平成17年度では、大陸スケールの水循環モデルに河川取水アルゴリズムを組み込み、1901～2000年の気象データを入力値として純灌漑要水量（作物が水ストレスを受けないで生育するための最低限の給水量）を東・東南アジアで計算した。降水のみでは水供給が不足する地域は中国華北やインド西部から中央アジアに分布し、流量の多い河川に沿った一部の地域では灌漑により充足可能であった。降水のみで充足可能な地域、灌漑により充足可能な地域、いずれでも不足する地域の各面積を水系毎に集計し面積比率の年次変動と、4種類の将来気候予測値（CCSR/NIES-A2、CCSR/NIES-B2、HadCM3-A2、

HadCM3-B2）を入力値として水循環モデルを実行し、農業水需給の推定を行った。結果の一例として、黄河水系では面積比率の年次変化は非常に大きく、将来も水資源の逼迫がより進行すると予測された。気候値を用いた広域農業水資源量評価モデルからも水資源の逼迫が示された。

「二酸化炭素の濃度上昇がアジアのコメ生産性に及ぼす影響のモデル化」の課題では、大気 CO<sub>2</sub> 増加がアジアのコメ生産に及ぼす影響を的確に予測することを目的として、FACE（開放系大気 CO<sub>2</sub> 増加）およびチャンバー実験を行い、高 CO<sub>2</sub> 濃度による物質代謝・成長・熱収支など各プロセスの応答の変化を解析し、大気 CO<sub>2</sub> 濃度上昇に対する水田生態系の応答を予測するモデルを開発することをめざしている。前年度までに、群落光合成・呼吸、葉面積展開、気孔コンダクタンスの環境応答を含むイネ成長モデルと、群落蒸散量を推定する水田熱収支モデルを構築している。平成17年度の成果では、環境制御チャンバーにおけるイネ群落の CO<sub>2</sub> 増加実験から、高 CO<sub>2</sub> 濃度は夜間呼吸速度を光合成にほぼ比例して増加させるが、出穂期以降の呼吸促進率は光合成のそれよりも高いことがわかった。呼吸速度を、光合成、温度、生育ステージ、現存乾物重の関数として表す呼吸モデルは、実測の高 CO<sub>2</sub> 応答の傾向をよく再現した。水田熱収支モデルの感度解析から、蒸散量には風速・相対湿度・下向き長波放射量に加えて、気孔と葉面積の高 CO<sub>2</sub> 応答が大きく影響することがわかった。これらに基づき熱収支モデルを簡易化し、成長過程モデルと統合したモデルは、日本と中国の FACE 実験で得られた結果を合理的に説明できた。統合モデルのシミュレーションから、200ppmの CO<sub>2</sub> 濃度の上昇により、群落蒸散量は9～12%低下するのに対し、乾物生産は18～22%高まり、その結果水利用効率は30%以上増加するものと推定された。

「農業生態系における炭化水素、花粉、ダスト等大気質の放出・拡散過程の解明」の課題では、農業生態系から放出される微量ガス、砂塵（ダスト）や花粉の大気中への放出拡散量を評価する手法を開発するとともに、放出・拡散過程において作用する主たる要因を明らかにすることを目的に行っている。前年度までに、トウモロコシ畑における花粉と中国の砂漠からのダストの放出拡散

量推定手法を開発している。平成17年度では、炭化水素ガスを主に取り上げ、イネモミ残渣を試料とし、風洞施設を用いて、気象条件(風速、気温、湿度)が炭化水素を含む炭素系ガスの放出量に及ぼす影響を調べ、炭素系ガス、特に、炭化水素の放出量は風速に依存しており、非メタン炭化水素で0.76の寄与率、メタンで0.55の寄与率を示すことがわかった。その結果より、バイオマス燃焼で放出される炭化水素ガスの放出量を評価する回帰モデル式を作成した。花粉、ダストおよび炭化水素ガスの放出・拡散過程において作用する主たる要因は、花粉では風速と風向、砂漠地のダストでは風速と土壤水分、バイオマス燃焼の炭化水素では風速であることがわかった。

(野内 勇)

生態システム研究グループでは、人間活動に伴う環境変動が農業生態系における物質循環や空間構造の特性に及ぼす影響の解明、および、環境資源情報の計測・解析技術の高度化に関する研究を行なっている。

「窒素負荷の増大等による農業生態系の酸性化と窒素等の動態把握手法の開発」では、関東および九州を中心とした広域での  $N_2O$  測定に基づいて、窒素負荷量(窒素沈着量+窒素固定量)、気温、土壤水分を用いて林床での  $N_2O$  発生量を推定する回帰式を作成した。この式と窒素沈着量、月平均気温などの全国グリッドデータを用いることにより、我が国の森林域からの  $N_2O$  発生量は約2,700 tN/y (0.1 kgN/ha/y) と推定された。また、東アジアにおける統計データの解析から、GDP の成長に伴う肉類消費量の増加が窒素負荷増加の主たる原因であることが示された。さらに経済成長や人口変化に関するシナリオを用いて、2020年までの窒素負荷、水質の変化を予測した。その結果、2020年の窒素負荷量は現在の約1.4倍となり、地下水の質も特に中国東部・東北部で広範囲に悪化すると予測された。

「物質収支算定システムの構築と環境負荷の定量化手法の開発」では、従来の1997年までの5年ごとの窒素収支の算定結果に2002年の算定結果を加え、1982年から2002年まで20年間の窒素養分収支の変遷傾向を明らかにした。国産からの供給量、および総供給量に占める国産割合は1982年から一貫して減少していることが分かった。輸入からの供給量は、2002年に初めて1997年より減少した。環境への総排出量は、総供給量と同様に1992年をピークに、1997年、2002年と減少傾向が継続している。この多くは、家畜の飼養頭数の減少に伴う糞尿の発生量の減少によるものである。この養分収支を新たな年次に対しても継続して算定するため、システムの

実行手順を定めた。

「GISを活用した農業生態系の空間構造変動の定量的把握手法の開発」では、関東地方の燃料革命前後(1950~1960年代)における土地利用変化の違いを比較するために、関東4地域(東京都練馬地域、埼玉県三富新田地域、千葉県佐久間地域、茨城県牛久地域)を対象に、1880年代(迅速測図)、1950年代(2万5千分の1地形図)、1980年代(環境省・現存植生図)の3時期の地図を重ね、前期(1880年代から1950年代)、後期(1950年代から1980年代)の2期間の変化を把握した。この解析により対象地域の長期間にわたる変化の類型が明らかになった。すなわち、前期・後期ともに都市化が進んでいる東京都練馬地域、前期に農村環境を維持し後期に都市化が始まっている埼玉県三富新田地域、前期・後期ともに農村環境を維持している千葉県佐久間地域、極めて複雑な変化を示す茨城県牛久地域の特徴が示された。

「衛星情報のデータベース化と画像解析手法の高度化」では、栽培層データベースに Web とのインターフェースを実装した。MODIS 分光反射率画像セットについては、つくば受信画像を追加するとともに、画像セットを8日ごとに合成して雲の影響が低減された画像セットを作成するプログラムを開発し、画像セットをデータベース化した。このデータセットに対して、Web を利用した検索システムを開発した。さらに、画像セットから作成した東南アジア地域の植生指数(NDVI)や水の指数(NDWI)の分布図とケッペンの気候区を利用して、気候区分毎に閾値を設定する方式の土地被覆分類手法を開発した。タイ東北部周辺地域についてランドサット TM 画像を用いて検証した結果、既存広域土地利用図よりも精度良く分類されていることが確認された。

「リモートセンシングによる植生動態の広域的検出・評価手法の開発」では、光合成に関連する特性値の評価に関して、昨年度までの個葉レベルでの検討をさらに進め、今年度は群落レベルでの検討を行なった。水稻群落の光利用効率( $CO_2$  フラックス/光合成有効放射吸収量)に関して、531nmと570nmの反射率を用いる分光指数との間に密接な関係を見出した( $R^2=0.83$ )。また、多波長・複数観測天頂角( $15^\circ\sim 75^\circ$ の $15^\circ$ 間隔)で測定した偏光度・反射率を入力とするニューラルネットモデルを試作・評価し、作物群落の構造および栄養状態を示す平均葉面傾斜角、葉面積指数、葉色値、および草高の4つの特性値を同時に推定する手法を開発した。さらに、植生指数の季節変化データから、移植期・出穂期・収穫期

を推定する方法を開発し、東南アジアの広域マップを作成した。

「環境資源・環境負荷データの分類手法及び多変量解析手法の開発」では、昨年度までに開発した系統樹高速計算アルゴリズム BOGEN を中核として、1) 遺伝子などの配列データの入力、2) 最節約系統樹の推定、3) 最節約祖先配列の復元、4) 結果の出力までを一貫して分析する手順を確立するとともに、統合プログラム BALANCE を開発した。このシステムをアオコが産生する環境毒素 (microcystin) に対する分解能をもつ細菌のリボソーム DNA データに適用することにより、これまで未発見だった分解菌が見つかるとともに、その毒素分解能を発現する遺伝子がある共通祖先に由来することが明らかになった。さらに、環境資源データの統計解析のためのプログラムを外部に公開した。(三輪哲久)

**温室効果ガスチーム**では、「農地の利用形態と温室効果ガス等の発生要因の関係解明及び発生制御技術の開発に関する研究」を実施している。

わが国とアジア地域の農耕地からのメタン、亜酸化窒素発生実測値についてデータベースを作成し、統計解析を行って、わが国とアジア地域の農耕地におけるメタンおよび亜酸化窒素の排出係数等を定量化した。そして、世界およびわが国の水田からのメタン年間発生量を25.1 Tgおよび420 Ggと見積るとともに、わが国の水稲耕作において、有機物管理や水管理などの実用可能な温室効果ガス発生削減技術を定量的に評価した。特に、圃場試験から田畑輪換や不耕起栽培等における温室効果ガス削減量を算出した。4年間田畑輪換で利用した畑からは、水稲を連作した田と比較してメタンと亜酸化窒素の合計の排出量が半分以下であった。不耕起栽培圃場では、土壌呼吸量が22%低下することから、4年間で1,800g CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>の二酸化炭素の発生を削減できることを明らかにした。また、水田からの亜酸化窒素の排出係数の平均値(±標準偏差)は施肥した窒素量の0.31(±0.31)%であり、現在の IPCC デフォルト値1.25%より著しく小さいことを明らかにした。さらに、農耕地から系外に排出された窒素が、地下水や表面流去水において排出する係数は0.24%と推定され、この値も現在の IPCC のデフォルト値1.5%より著しく小さかった。これらの成果は、IPCC ガイドラインやわが国の温室効果ガスインベントリの改訂のためのデフォルト値として採用され、温室効果ガス排出削減策の策定に貢献することが期待されている。

**食料生産予測チーム**では、「地球規模の環境変動に伴

う生育阻害要因を考慮した東アジアのコメ生産力の変化予測」、「中国における砂漠化に伴う環境資源変動評価のための指標の開発に関する研究」を行っている。

東アジアのコメ生産力変化予測では、温室効果ガス排出シナリオ (SERES、2001) に基づいて、温暖化予測値が高位、中位、低位となっている3つの大気循環モデルの出力結果にダウンスケーリングを施し、国別あるいは作物地帯別に解析可能な10kmメッシュの高解像度気候変化シナリオを作成した。そして、現在の月別気温・降水量から温暖化時の作物栽培適地・可能地を分級し、これらの気候シナリオに基づいて2001~2099年の栽培適地・可能地の面積変動を推定した。この結果、東アジアのイネの1期作の栽培可能面積はこの100年間に11~19%増加することが予測された。主生産地域である中国華南地域では、温暖化により単収が減少するが、栽培可能面積が増加することによって、潜在生産力は増加すると予測された。

中国における砂漠化研究については、中国内蒙古の草地を景観タイプと砂漠化程度の異なる5タイプに分類し、砂漠化指標として提案した植生の種組成、群落高、被度、地上部乾重、および土壌の粒径組成、有機炭素含量に加えて、放射性核種<sup>137</sup>Cs賦存量を整理し、沙地で砂漠化程度が強いところでは<sup>137</sup>Csが検出されないこと、沙地以外では中程度と強程度との間で<sup>137</sup>Cs賦存量が大きく変化し、砂漠化指標として使用できることを明らかとした。また、砂漠化対策については、沙地では弱程度の砂漠化で放牧圧の調整が、強程度となると禁牧、草方格、植林が必要となり、沙地以外では中程度から放牧圧の調整が必要となることを提示した。

**フラックス変動評価チーム**では、「農耕地や自然生態系におけるフラックス変動の評価」に関する研究を実施している。

湛水期間をもつ水田および自然湿地を対象として、単位時間内に単位面積を通過して大気との間で輸送されるCO<sub>2</sub>、メタンおよび熱の量であるフラックスを渦相関法で継続観測し、解析してきた。今年度は、つくばの水田、釧路湿原およびアラスカツンドラ湿原の3観測点で得られたデータを用いて、温室効果ガスフラックス及び熱収支の年次変動を解析した。水田やツンドラの年間CO<sub>2</sub>収支には平均値の約50%に達する年次変動が観測され、その主要因は気象条件による生育期間の総光合成量の変動であった。年間の2/3以上に及ぶ非生育期間のCO<sub>2</sub>フラックスやメタンの放出が、炭素収支・温室効果ガス収支に重要な役割を占めていることが明らかになった。水

田では正味放射量の大半は潜熱フラックスに変換されるのに対し、ツンドラや鈎路湿原では半分強であった。また、既に発表したアラスカ（2001～2003年）、つくば（2002年）の観測データの30分値を既存データベースへ登録した。これらの成果は、温室効果ガス排出削減のための基礎資料となることが期待されている。（今川俊明）

## 2. 生物環境安全部

生物環境安全部は、植生、昆虫、微生物・小動物の3研究グループおよび組換え体チームから構成されている。当部では、生態系機能を活用した農業生態系の安定化と生物環境の安全性を確保するため、遺伝子組換え生物や侵入・導入生物の環境影響評価、生物間相互作用の解明、生物多様性の評価と保全等について、遺伝子レベルから農業生態系レベルまでの広範囲な視点から研究を実施している。

組換え体チームが取り組む遺伝子組換え作物の生物多様性影響評価については、主として遺伝子組換え作物と一般栽培作物との共存のため、交雑リスクを低減させる栽培技術の開発に資する基礎研究を行うとともに、生物多様性影響評価手法の開発を行った。また、意図的あるいは非意図的に日本に持ち込まれた外来生物による被害を防止することを目的に「特定外来生物被害防止法」が平成17年6月1日に施行されたが、これに貢献するため、平成17年度に採択された文部科学省・科学技術振興調整費・重要問題解決型プロジェクト「外来生植物のリスク評価と蔓延防止策」を推進している。

植生研究グループでは、「農業生産活動が農業生態系の生物群集の構造と多様性に及ぼす影響の評価」（中期計画・中課題名）について研究を実施している。その中身を具体的にみると、「スルホニルウレア系水田除草剤施用が水田周辺の植物群落の種多様性に及ぼす影響」、「農地管理形態の変化に伴う農地及び周辺植生の変動予測」、「カテコール関連化合物を放出する植物の導入が周辺の植物や土壌環境に及ぼす影響の解明」（中期計画・小課題名）等について研究を分担している。

スルホニルウレア系水田除草剤であるベンスルフロンメチル（BSM）は、我が国をはじめ世界的にも広く使用されており、水田地帯に分布する水生植物群集の存続に大きなインパクトを与える可能性がある。17年度は、実環境に近い暴露濃度変化が得られる土耕試験法の結果から、水田地帯に分布する絶滅危惧植物4種（オオアカウキクサ、サンショウモ、デンジソウ、ミズニラ）にお

ける BSM の半量生育最高濃度（ECmax50）を求めた。次に、Okamoto ら（1998）が報告した日本の主要11河川の BSM 最高濃度を用いて、BSM のリスク指数（河川水中最高濃度/ECmax50）を算出したところ、サンショウモ以外の絶滅危惧植物では全て1未満であったが、サンショウモでは BSM が検出された8河川のうち2河川で1を超え、生態リスクがあると判定された。さらに、このサンショウモに対する BSM の生態リスクは、OECD が推奨する試験植物種の緑藻セテナストルムでは検出できないことを示唆した。

農地および周辺植生の変動予測では、休耕・耕作放棄に伴う管理粗放化が水田生態系における周辺植生の空間分布と生物相に及ぼす影響の解明、農業生態系における植生および植物分布の変動を把握するための調査・解析システムの開発を行っている。17年度は、16年度までに得られた休耕田および放棄水田にみられる植生タイプと自然立地条件および管理履歴等との関係を踏まえ、調査・解析システムによって整理されたデータを用いて、食料農業農村基本計画に示された今後10年間の農地面積予測に基づき、休耕田・耕作放棄水田に出現する植生タイプの変化を予測した。その結果、乾性の立地に分布する耕作放棄地を中心に再活用を図ることで、種多様性の高い水湿植物優占タイプおよび湿性一年草優占タイプを維持し、多様性の低い乾性植物優占タイプの増加を抑えることが可能であることを示した。一方、調査・解析システムの構築については、利根川流域における全モニタリング地点（ $n=762$ ）の植生について、11の植物群落タイプとそれに対応した指標種群を抽出し、茨城県南部での詳細な調査結果と比較した。その結果、両者の群落タイプはほぼ1対1に対応しており、指標種群も概ね共通していたことから、これらの指標種群を植生変化推定のために重点的に調査すべき種群と位置づけた。また、クラス67（下流域台地谷津田景観）を対象に、森林と水田の境界長を水田面積と森林面積で説明する線形回帰モデルを構築し（ $R^2$ 値：0.62）、それを1976年時点と1997年時点の国土数値情報に適用してチョウ類の生息ポテンシャル図を作成した。その結果、チョウ類の生息ポテンシャルの減少が顕著であることを示した。これらの成果は、農地および周辺の生物相の変動予測のための有用な枠組みを示していることから、所の主要成果として公表した。

生物群集の遺伝的な多様性については、調査・情報システムによる利根川流域データベース、筑波稲敷台地（谷津田環境）、渡良瀬地区（以上関東地域）、および加

賀三湖地区、河北潟地区（以上北陸地域）の調査データを利用して、水田を中心とした農村景観における外来植物の出現状況を、特定外来生物、要注外来生物およびそれ以外の種に分けて整理した。また、全国から収集したセイヨウタンポポと雑種性タンポポについて、クローン分析により遺伝子型を整理した結果、①セイヨウタンポポは比較的多様なクローンから構成され、複数回侵入したと考えられること、②4倍体雑種の84%が同じ遺伝子型に属するクローンから構成され、それらが本州以南に広く分布していること等を示した。

これまでに同定したアレロパシー候補物質の他感物質への寄与を、化合物自身の持つ比活性とこれに含量因子を加えて評価する「全活性法」を考案し、ユキヤナギに含まれるケイ皮酸類やムクナに含まれる L-DOPA の全活性が高いことを明らかにした。L-DOPA の土壌中での変換反応には、含まれているカテコール構造が関与しており、L-DOPA は pH が高い土壌で不安定であり、土壌中では吸着反応や変換反応などによってその生理活性を失うことが判明した。ガスクロマトグラフ質量分析計を用いてシアナミドを特異的に高感度で定量できる同位体希釈法を開発した。新たに約1800種の外来植物のアレロパシー活性を検定し、ニセアカシアから(-)-カテキン、コンフリーからロスマリン酸等のカテコール化合物を同定した。樹木落葉がアオコを構成する藍藻類の増殖に及ぼす生物検定法を開発した。この手法を用いて、ため池周辺に生育する樹木を検定した結果、ユキヤナギ、アカメガシワに強い活性を見いだした。以上の成果のうち、L-DOPA の土壌中における植物生育阻害活性の消長、高感度なシアナミド同定法、アオコの増殖抑制植物を検定する「リーフディスク法」の開発の3成果は、所の主要成果として発表した。（平井一男）

**昆虫研究グループ**では3つの小課題の下で7つの実行課題を実施したほか、農林水産ゾーンバンク事業の実行課題を1つ実施した。組換え作物の小課題のもとで1つの実行課題、地球規模の環境変動の小課題のもとで1つの実行課題、GISの小課題のもとで1つの実行課題を分担した。以下、主な課題について概説する。

小課題「ハモグリバエ等に対する導入寄生蜂等が非標的昆虫に及ぼす影響の評価」では、海外から導入した天敵が土着天敵等の非標的昆虫に及ぼす影響を評価するため、ハモグリバエの導入寄生蜂ハモグリコマユバチ、クリタマバチの寄生蜂チュウゴクオナガコバチとアブラムシ類の捕食性天敵ヒメクサカゲロウを対象に、種間交雑の可能性を調査した。その結果は以下の通りである。ハ

モグリコマユバチと近縁の土着寄生蜂ササカワコマユバチとの種間交雑後代は全く得られなかった。チュウゴクオナガコバチ（導入種）とクリマモリオナガコバチ（土着種）の種間交雑個体は分子マーカーによる精密な調査を行ったが野外では発見できなかった。ヒメクサカゲロウと近縁の土着天敵ヤマトクサカゲロウとの種間雑種は実験室内の小さな容器内では多少できるが、容器を大きくするとその確率は減少し、野外での種間交雑の可能性は非常に低いことが判明した。さらに、今年度までに得られた導入寄生蜂等の土着生態系への影響評価結果と、海外の事例を参考に、定量的な評価方法を開発し、生態系影響が少ない天敵の海外からの導入判断基準（年報 p29、1次指標40以下、総合指標80以下）を提示した。

小課題「寄主植物の空間分布がハムシ等の個体群動態に与える影響の解析」では、約400haの地域内で、ブタクサおよびブタクサハムシの発生量および分布型を調査・解析し、ブタクサ群落は集中分布をしていること、また、ブタクサハムシの個体数の年次変動が大きいことを明らかにした。前年度までと本年度に得られた結果に基づき、ブタクサ群落の空間配置を考慮した本虫個体群の空間構造化モデルを構築し、4つの異なる仮定に基づいてシミュレーションを行った。その結果、ブタクサハムシの移動性およびブタクサ群落間の距離が個体群の安定性にとって重要な要因であることが明らかになった。

小課題「カメムシ、ハマキガ等の放出物が周辺昆虫に及ぼす影響の解明」の下で昆虫が化学物質を用いて生態系のなかで相互の関係を保っているシステムの解明を目指し、チャノコカクモンハマキ用交信攪乱剤の重要な天敵寄生蜂に対する影響を検討に取り組んだ。チャノコカクモンハマキの卵寄生蜂であるハマキコウラコマユバチを対象として、交信攪乱成分の存在下で、羽化、寿命、探索行動、交尾行動、産卵行動を観察し、この寄生蜂の繁殖に対する影響を検討した。このなかで産卵時間の平均は処理区で1674秒、無処理区で2215秒となり両者に有意な差がみられ、処理区では産卵後に卵塊から離れた後、産卵済みの卵塊をより強く忌避するようであった。しかし、寄生率は処理区が90.1%、無処理が87.3%で両者に有意な差はみられなかった。従って、本種の増殖には交信攪乱の影響はほとんどないと考えられた。

中課題「昆虫・微生物の収集・特性評価とゾーンバンク登録」のもとで実行した昆虫ゾーンバンクでは、新規に天敵昆虫1種フタモンクサカゲロウを導入した。ケナガカブリダニ2系統を廃棄した結果、17年2月末現在のコレクションは18種類になった。特性評価について

は必須8項目、選択11項目、維持特性12項目、合計31項目を実施した。アクティブコレクションへは1種(天敵昆虫ツヤヒメハナカメムシ)を移行させ、登録した(登録数合計8種・系統)。新規導入数について特性評価項目を12項目作成した。ホームページの内容を更新した。(平井一男)

微生物・小動物研究グループでは、農業生態系に生息する微生物・小動物を対象に、農業生態系の維持増進に関わる生物間相互作用の解明、個体群動態を規定している環境要因の解明、農業生産活動が農業生態系の微生物・小動物の生物多様性に及ぼす影響の解明等に関する調査研究を行い、農業環境の安全性確保に資する制御技術の開発並びに有用機能の利用技術の開発を目的としている。この研究目的のため、「環境要因が微生物の増殖、個体群変動に及ぼす影響の解明(中課題)」の下で2つの小課題を、「畑地及びその周辺に生息する線虫の動態解明(中課題)」の下で1つの小課題を、また、「昆虫・微生物の収集・特性評価とジーンバンク登録(中課題)」の下で研究を実施している。以下に、当研究グループが実施する小課題毎に、平成17年度に得られた成果について述べる。

小課題「土壌微生物相等の環境要因が菌核性糸状菌等の動態に及ぼす影響の解析」においては、土壌くん蒸処理が菌核性糸状菌と土壌微生物相に及ぼす影響を評価するため、まず、くん蒸処理後の糸状菌相の復活過程をPCR-DGGE法により解析した。糸状菌については、nested PCRの条件を検討した結果、糸状菌群集の主要な構成要素である子のう菌を特異的に検出できるようになった。本方法により、子のう菌のパターンを検討したところ、くん蒸処理後の復活過程で *Trichoderma* 属菌、*Penicillium* 属菌の他に *Alternaria* 属菌が優占することが明らかになった。次いで、くん蒸処理後に優占する *Alternaria* 属菌等のサラダ菜根腐病原菌に対する増殖抑制効果を調べた。土壌くん蒸直後に分離された糸状菌9菌株と九州沖縄農研標準 *Trichoderma* 菌株を用いた結果、標準菌株を含め *Alternaria* 属菌など4菌株が発病抑制効果を示したが、これらの病原菌増殖抑制効果は明瞭でなかった。また、これら4菌株の各種栄養源に対する反応の特徴をバイオセンサーを用いて調べたが、明瞭な結果は得られなかった。白紋羽病菌を接種した黄花ルピナスにおける *Trichoderma* 属菌の発病抑制効果は殺菌土壌では認められたが、無殺菌土壌では認められなかった。

生物や植物の産生する二次代謝物が共存する微生物の

増殖・抑制等の生物間相互作用に及ぼす影響を明らかにするため「微生物及び植物の二次代謝物等が微生物の増殖に及ぼす影響の解析」の課題を実施している。コムギ苗立枯病の発病を抑制し、抗菌物質を生産する *Pseudomonas* 属細菌株に、GFP(緑色蛍光たんぱく質)遺伝子マーカーを導入した形質転換体をコムギの種子に接種して、動態解析を行った。その結果、本細菌株はコムギの根に定着・生育するが、根の内部へ侵入しないことが明らかになった。また、根粒菌を指標微生物として本細菌の土壌への導入が根粒菌の密度に及ぼす影響を調査した結果、本菌を導入しても根粒菌の密度に影響はなかった。これらの研究成果は、土壌および根圏における導入微生物のモニタリング手法の確立に寄与する。

*Agrobacterium* 属および *Rhizobium* 属細菌を含むリゾビウム科の多様性の実態を把握するために、*dnaK*、*eno*、*pyrG*、*recA* および *rpoD* を指標として採用し、リゾビウム科細菌とその近縁細菌の計69菌株を供試して分子進化的解析を行った。すなわち、尤度比検定によって進化モデルとパラメータを至適化し、選ばれた最適条件(進化速度の不均質性を取り込んだ GTR モデル)のもとで距離法、最大節約法、最尤法およびベイズ法を用いて解析を行った。さらに、それらの結果を尤度差検定によって比較して信頼性の評価を行ったところ、ベイズ法によって構築された系統樹が最も信頼性が高いことが示された。この系統樹において *Agrobacterium/Rhizobium* 属のメンバーは、*Sinorhizobium* 属を含む他のリゾビウム科細菌や *Blastobacter* 属細菌、環境汚染物質分解菌とともにきわめて単系統性の高いクラスターとして一つにまとまっており、属ごとにまとまる傾向は認められなかった。このことは、リゾビウム科を構成する菌種が互いにきわめて近縁であることを示しており、本科を複数の属にさらに細分するのは不適切であると考えられる。

種々の環境に生息する線虫の多様性を解明するための基準となる、61属からなる農業環境技術研究所構内不耕起堆肥連用圃場の土壌線虫の属レベルのリストを作成した。この圃場の代表的な線虫として、*Acrobeles*、*Teratocephalus*、*Monhystrella*、*Plectus*、*Wilsonema*、*Bastiania* などの各属線虫が上げられ、これらは隣接する慣行栽培圃場にはほとんど見られなかった。

土壌線虫の特性解明の一環として、新に *Dorylaimida* 目 *Tylencholaimus* 属線虫3系統の糸状菌での培養に成功した。白紋羽病菌菌叢上で線虫6種(*Tylencholaimus parvus*、*Aphelenchus avenae* など)の培養を試みたところ、*Filenchus discrepans* がよく増殖したが、他の線虫種

はあまり増殖せず、ウイルス保有菌株から非保有株へのウイルス媒介も認められなかった。細菌食性線虫では、Cephalobidae 科線虫 2 属 3 系統の培養に成功し、これら 2 属や Rhabditidae 科線虫など数種の世代時間を検討した。

これらの結果は、線虫の多様性解明などの調査を行う際の基準として活用でき、農業生産活動などが環境に及ぼす影響を評価する際の環境指標の作出などの基礎資料として活用できる。

微生物ジーンバンク事業にサブバンクとして参画し、農業環境研究から得られる微生物および環境と食料の安全性研究に役立つ微生物を主な対象として収集・保存し、それらの特性を評価している。今年度は農作物の病原微生物、生物防除資材関連微生物およびイネ科植物常在菌を主な対象として計153株を収集し、来歴・取扱に関するデータシートを作成した。本年度登録株のうち、アジサイの同一葉上に形成された炭疽病の病斑から分離された異なる 2 種の炭疽病菌を登録した。炭疽病菌は多犯性であることが知られているが、実際にこれら 2 種の炭疽病菌による病斑が同一葉上に形成されているという報告は少ない。特性評価は形態等の分類学的形質、遺伝子、病原性、生理的性質、毒素生産能、抗糸状菌性等の 58 特性について 324 株を調査し、計 972 特性を解明した。また、細菌 100 株を増殖して、センターバンクへ移管した。(塩見敏樹)

組換え体チームでは、「遺伝子組換え作物の栽培が農業生態系における生物相に及ぼす影響評価並びに導入遺伝子の拡散に関する遺伝学的解析手法の開発と遺伝子拡散の実態調査」(中期計画・小課題名)を実施している。この小課題には、生物環境安全部内外の関連研究グループの多くのユニットが連携して、多くの実行課題を担当している。これらの実行課題は、その研究目的と対象生物によって大きく、4つの分野に区分される。1) 遺伝子拡散の実態、メカニズムの解析、2) 生物相への影響の実態と評価手法の開発、3) 組換え微生物の実用化に向けた基礎的研究、4) リスク・ベネフィット分析と情報整理である。

1) 組換え作物の花粉飛散と交雑に関する調査研究をトウモロコシとイネを用いて実施している。トウモロコシではキセニアをマーカーとした自然交雑率の解析を行い、群落の内外から採集した花粉の解析から、雌穂の先端付近の高さにおける花粉の密度が最も高いこと、群落上空 2 m においても全体の約 5 % に相当する花粉が流動していることなどが明らかとなった。花粉親から 50 m ま

での交雑率は 2004 年度の結果と同程度であった。花粉親由来の日平均花粉飛散数をもとに、風向と風速を考慮した数理モデルを作成し交雑率を推定した結果、実測値と推定値とはよく一致した。イネの花粉飛散と交雑に関しては、「開花の推移」と「気象要因の変動」をパラメータとして組み込んだ生態モデルを開発し、イネの交雑株の空間分布や交雑率について予測値と実測値を比較した結果、両者は比較的よく一致した。また、風向、風速、開花状態の推移を組み込むことが可能な「イネ花粉拡散交雑モデル」のプロトタイプを構築し、防風ネットによる風速低下が花粉飛散量に与える影響をシミュレーションした結果、防風ネットを設けることによって、交雑率が減少すること、減風量が交雑率に与える効果は減風率が高くなるほど大きくなること、花粉親の近くではネット区の交雑率の方が逆に高くなる現象があること、花粉親からの距離が一定の区間で交雑率の減少が顕著に表れることなどを明らかにした。

さらに、本年度から、ほ場条件下における遺伝子組換えダイズとツルマメの自然交雑率と両者の隔離距離の関係について試験を開始した。本年度は、除草剤耐性組換えダイズとツルマメの移植日を変えて開花期の変化と重複期間を明らかにする目的で試験を実施した。その結果、ツルマメは移植日に関わらず 9 月初旬が開花最盛期で、本組換えダイズの開花最盛期(8 月初旬～下旬)とは完全には重複しなかった。また、ツルマメの種子は種皮に傷をつけることにより約 80 % が出芽すること、ツルマメが自生する群落では、コハナバチ科のハチが最も多く訪花することなどを明らかにした。

2) 平成 13 年度より行っている組換えナタネとダイズの長期栽培による生物相への影響モニタリング調査では、4 年間にわたる連続栽培を行った試験ほ場で、平成 17 年度は後作物への影響を調査した。後作物の生育・収量調査では、組換え作物栽培区と非組換え作物栽培区に差異は認められなかった。また、生物相調査では、単年度では有意差が認められた項目はあるものの、調査期間を通じて共通した傾向ではなかった。以上の結果より、これらの生物相に及ぼす影響は組換えナタネやダイズ栽培と非組換え作物栽培間で差はないものと判断される。除草剤耐性の組換え作物栽培による各生物相への影響調査結果は、今後の除草剤耐性組換え作物栽培による農耕地生物相への影響のベースライン情報として活用できる。

組換え植物のアレロパシー作用検出手法の開発に関しては、ヒト由来の薬物代謝型 P450 遺伝子を導入した組

換えイネと非組換えイネを用いて、これまでに開発したプラントボックス法、サンドイッチ法、根圏土壌法での検定を行った。また、揮発性のアレロパシー物質による活性を検定するディッシュバック法に、ヘッドスペース中の揮発性物質を捕集・濃縮する SPME 法を組み合わせた検定法を開発した。水溶性物質を分析するキャピラリー電気泳動法を用いて、遺伝子組換えによって特異成分が新たに生成していないことを確認した。

定量 PCR 法を用いて土壌中の根粒菌を検出・定量する手法を確立するため、プライマー・プローブを設計し、定量 PCR の反応条件等を確定したので、土壌サンプルにおける定量性と検出限界の確認を行った。最適条件下でサンプル調製と PCR 反応を行ったところ、 $2 \times 10^2$  -  $2 \times 10^9$  cfu/g 生土の範囲で高い定量性が得られた。また、異なる土壌間における検量線の比較を行い、異なる種類の土壌を対象にした試験にも利用できることを明らかにした。

組換え作物の栽培が土壤微生物に及ぼす影響評価のための分子生物学的手法とサンプリング方法を確立するため、DGGE 解析法を検討した。16S rDNA および糸状菌 18S rDNA DGGE パターンに関する同一サンプリング地点内におけるサンプル間差はほとんど見られなかった。また、組換え体栽培区と非組換え体栽培区間でも明瞭な違いはみられなかった。

組換え作物の訪花昆虫相のモニタリング手法を開発することを目的に、黄色粘着トラップを花の高さに約 2 m おきに設置すると、ナタネの訪花昆虫の採集効率がよく、新たに作成した検索表との併用により効率的にモニタリングが可能になった。訪花昆虫のより詳細な検索表は、農環研ホームページで公開する。

3) 環境修復や生物防除資材としての利用を目的とした組換え微生物等の環境影響評価のための知見を得るため、組換え、非組換え根粒菌接種レンゲソウの栽培が土壤微生物数に及ぼす影響を比較したところ、有意な差は認められなかった。寒天重層法では、組換え、非組換え根粒菌を接種したレンゲソウの根部において、供試した微生物に対する生育阻止帯形成は見られなかった。また、キュウリ根圏に定着性の高い根圏細菌にキチナーゼ遺伝子を導入した組換え根圏細菌を構築し、発病抑制効果試験を行った結果、キュウリ苗立枯病に対して防除効果のあることが明らかになった。この組換え根圏細菌はキュウリ苗立枯病の病徴抑制に必要な 1 週間の間、根圏に定着していることが確認された。その際、7 cm 離れた非根圏土壌からは組換え菌は検出されず、当該組換え根圏

菌の拡散の程度はそれほど高くないことを明らかにした。発光蛋白質発現ベクターを病原性欠損変異株に導入し、組換え病原性欠損フザリウム菌を構築した。この組換え病原性欠損フザリウムはキャベツ根圏で菌糸を伸長し定着するが、本菌は土壌中でほとんど拡散しないと考えられた。

農環研構内の梓は場から分離したおよそ 150 株の 3 クロロ安息香酸 (3 CB) 分解菌の分解遺伝子とプラスミドの関係を解析した。その結果、供試した 3 CB 分解菌群のほとんどの菌が分解遺伝子を持っていることを確認した。また、土壌中の 3 CB 分解菌群の分解遺伝子は伝達能の高い IncP プラスミドには存在せず、その多くは、IncP プラスミドに比べれば伝達能の低い別の伝達因子 (伝達性下のミックアイランド) に存在することが示唆された。

4) 輸入組換えナタネの分別流通と国産ナタネによる代替等の影響を検討するために、わが国での国産ナタネの潜在生産量から輸入ナタネとの代替量の推定、カナダを対象として組換えナタネを分別収集した時の価格変動シナリオの整理を行った。また、いもち病耐性イネを対象にリスク・ベネフィット分析を試行し、不確実性項目の感度分析により、いもち病耐性イネの導入がもたらすベネフィットは、いもち病の発生頻度、IP ハンドリング費用の差異によって、大きく変動することが明らかになった。

除草剤耐性組換えナタネの生態リスクを明らかにするために、セイヨウナタネの生育地を生態的特徴により区分し、個体群の特徴を示した。また、セイヨウナタネ個体群ごとに開花・結実に到る個体数の割合を解析した結果、個体の消長は除草剤に対する特性の違いよりも生育地の環境の違いに依存していることが示唆された。

(松尾和人)

### 3. 化学環境部

化学環境部は有機化学物質、重金属、栄養塩類の 3 研究グループとダイオキシンチームから構成され、食料の安全性確保と農業生態系の維持を目標に“リスク評価”、“リスク軽減”、“環境修復”をキーワードに、農業環境における環境負荷物質の動態解明と制御技術の開発に関わる研究を行っている。

有機化学物質研究グループでは、農薬等化学物質のリスク評価、リスク軽減および環境修復を目的に研究を実施している。



小課題「水田用除草剤の水系における拡散経路の解明と藻類等水生生物に対する影響評価法の開発」においては、新たに開発した珪藻群集を用いたトリアジン系除草剤の急性毒性検定法による結果は、従来の分離株を用いた検定法の結果とよく一致しており、新しい検定法により河川に生息する珪藻群の除草剤感受性を簡便に把握できることを明らかにした。さらに、河川流域に生息する珪藻類の当該除草剤に対する低感受性化は、水田において低感受性化した珪藻が河川に流出したことが原因であることを示唆した。

コガタシマトビケラの累代飼育法の開発では、クロレラの給餌により、大量飼育における各世代の生存率を3%以上に向上できた。マルチディッシュの使用及び底面からの照射により、試験中の共食いおよび浮き上がりの防止に成功し、1齢幼虫を用いた急性毒性試験法の実施マニュアルを作成した。また、有機リン系殺虫剤に対する感受性差は大きく、高感受性個体群は源流部に分布が限定される種と同程度の感受性であった。

残留性有機汚染物質 (POPs) のマルチメディアモデルの開発では、農耕地土壌における有機塩素系農薬や多環芳香族類化合物の分布実態を明らかにし、有機化学物質の環境動態予測モデルのフレームワークを構築した。水稻の成長に伴う水田媒体への分配や、物質の  $K_{ow}$  と海洋における塩析効果の関連性を明らかにし、開発中の環境動態予測モデルの結果が、 $\alpha$ -HCH を対象物質とした場合、地球規模のモニタリングの結果とおおむね一致することを示した。表面張力、活量係数、大気-水分配係数などについて、農薬等 (約100種) の物理化学的性質のデータベースを整備した。さらに、実測した除草剤の大気移行速度は、粒子状態とガス状態のどちらも経時的に減少したが、全ての薬剤で大きな日変動が観測された。

農薬混用使用による使用者や周辺環境への安全性評価では、スプレーノズルによる噴霧生成粒子のうち、微小な粒子径 ( $<30\mu\text{m}$ ) を評価するための装置を設計・試作した。純水と塩化ナトリウム水溶液を用いて、湿性粒子の測定が十分可能であることを確認した。

小課題「新規資材による生体防御機能等の活性化機構の解明」においては、環境負荷が少ない農業用資材と考えられる非殺菌性化合物アシベンズラルSメチルの処理によって、病害に対する全身抵抗性を誘導したキュウリやナシの葉における遺伝子発現、たんぱく質蓄積、各種酵素の活性などの変化を経時的に解析することにより、この化合物の全身抵抗性誘導機構の全体像をほぼ明らか

にした。また、カロースやリグニン合成酵素、各種感染特異的 (PR) たんぱく質やポリガラクトナーゼ阻害たんぱく質など、抵抗性誘導と密接に関連する植物のたんぱく質やその遺伝子を抵抗性誘導のマーカーとして選抜した。

種特異的プローブを用いて赤かび病の主たる原因菌を識別する PCR-Luminex 法が、培養菌体から直接抽出した未精製 DNA が使用できること、ハイブリダイゼーションに際して PCR 産物の精製も必要ないことを示した。また、遺伝子診断により、農家の施設栽培イチゴからうどんこ病菌のストロビルリン系薬剤耐性菌を初めて検出するとともに、キュウリうどんこ病菌でチトクロームb遺伝子のヘテロプラスミーが普遍的に起こっていることを確認した。

小課題「クロロ安息香酸分解菌等の分解能解析技術の開発」においては、土壌に低密度で存在する 2,4-D 分解菌分離用の選択培地を開発し、培地上のコロニーからの 2,4-D 分解遺伝子の検出感度を向上させた。既知の 2,4-D 分解遺伝子の部分配列をプローブとして利用して、土壌由来の 2,4-D 分解遺伝子を簡便に検出・判別できるようにすることにより、同遺伝子群の地理的分布を効率的に把握することが可能となった。また 3 CB 添加土壌の優勢化 DGGE バンドを指標として取得した細菌株が、実際に土壌中で効果的に機能する 3 CB 分解菌であることを確かめた。またクロロカテコール分解酵素群の基質特異性獲得の様式を明らかにし、クロロカテコール分解遺伝子群の転写調節因子 CbnR の転写活性化能に必須のアミノ酸残基を特定し、さらに CbnR の誘導物質認識がクロロムコン酸類に特化していることを示した。

また、土壌 DNA ライブラリから効率的に標的遺伝子を保持するクローンをスクリーニングするために、バイオパンニング法の適用を試み、その有効性を発揮するためにはプローブと標的クローンのハイブリダイゼーション条件等の最適化が必要であることを示した。

一方、放線菌のカタボライト制御機構の解明と有用酵素生産の制御では、放線菌の各種分泌酵素のカタボライト抑制に関与する突然変異座や、キトビオースなどで培養した細胞で発現量が増加する糖受容体蛋白質遺伝子を見出したことにより、キチナーゼ遺伝子群およびキトビオース取込系蛋白質群の発現誘導を主体とした放線菌の効率よいキチン資化機構を明らかにした。

小課題「木質炭化素材を用いたトリアジン系除草剤汚染環境への分解菌接種技術の開発」においては、シマジ分解菌 CDB21 株の保有する分解遺伝子の構造を明ら

かにし、新規シメトリン分解菌 FJ1117YT 株 (FJ株) を単離し、両分解菌を組み合わせた新規複合分解菌集積炭化素材を作製した。この集積炭化素材は、シマジン、アトラジン、シメトリン、ジメタメトリンを全て分解できた。野外条件下で模擬複合汚染土壤中に複合分解菌集積炭化素材を施用し、分解性能の評価を行ったところ、木質炭化素材の性状 (比表面積、粒径等) が分解菌群の集積速度および密度に大きく影響を及ぼすことが明らかとなり、実用化に必要な基盤的技術を確立することができた。また、土壤還流試験におけるCl-生成量の増加から、デイルドリン脱塩素分解菌 (群) が集積していること、有機塩素系農薬の脱塩素分解細菌がデイルドリンを共役代謝で脱塩素分解できないことを示した。

(與語靖洋)

**重金属研究グループ**では、中期目標である「農耕地土壤におけるカドミウム等微量重金属の集積実態の解明及びイネ、ダイズによる微量元素の吸収・移行の解明」の達成に向けて、三つの小課題を実施した。

小課題「カドミウム等の土壤中における存在形態と吸収抑制機構の解明」においては、土壤が乾燥することにより1M硝酸や0.01M塩酸で抽出される土壤カドミウム量が原土に比べて増加すること、およびこの現象は土壤乾燥に伴うマンガノ酸化物吸蔵態からのカドミウムの溶出に起因することを明らかにした。つぎに、新たに3地点の現地水田圃場で塩化第二鉄による土壤洗浄試験を実施し、いずれの地点においても0.1M塩酸で抽出される土壤カドミウムおよび玄米中カドミウム濃度は洗浄処理により大きく低下することを明らかにして、カドミウム汚染土壤の修復効果を実証した。また、昨年度洗浄処理を行った地点では、土壤カドミウムおよび玄米中カドミウム濃度は低レベルに維持されており、洗浄効果の2年間の持続性を確認し、この技術の実用化へ向けての進展が示された。

小課題「農耕地におけるカドミウム等の負荷量の評価とイネ・ダイズ等による吸収過程の解明」においては、カドミウム非汚染水田を対象に、1年間のカドミウム収支を試算したところ、肥料、雨水、灌漑水により $3.2 \text{ g ha}^{-1}$ のカドミウムが供給され、排水、玄米の収穫、下方浸透により $0.8 \text{ g ha}^{-1}$ のカドミウムが持ち出され、土壤へのカドミウム集積量は $2.4 \text{ g ha}^{-1}$ であることを示した。カドミウムの供給源として肥料の寄与が最も大きかったが、1年あたりのカドミウム濃度の上昇分は $0.0016 \text{ mg kg}^{-1}$ と推定され、土壤中の全カドミウム濃度へ及ぼす影響は小さいことが分かった。これらの測定値をこれまで

のデータベースに加え、カドミウムのフローモデルを作成した。その結果、カドミウム負荷はリン酸肥料に由来する部分が多いことから、リン酸施肥を適量に管理する必要性を提示した。

小課題「カドミウム吸収能の低いイネ・ダイズ品種の検索」においては、イネについて、導管液中でカドミウムと結合して移動している物質の解明を進めるとともに、イネのカドミウム低吸収機構として、根や株の細胞壁でのカドミウム固定が関与している可能性を示した。また、ダイズの地上部へのカドミウムの移行蓄積には亜鉛が関与し、低カドミウム品種については莢・子実への蓄積にマンガノおよび亜鉛が関連している可能性を示した。玄米カドミウム濃度が異なる染色体置換系統群 (SL系統) の玄米カドミウム濃度は土壤・水管理等の環境要因に影響されず一定の傾向を示し、また、この系統のうち SL-207 は玄米カドミウム濃度が常にコシヒカリの半分程度であることから、低カドミウムを付与したコシヒカリ作出の有力な育種材料として育種サイドへの提言ができた。さらにカドミウム高吸収イネ品種を用いた汚染土壤の修復試験では、ファイトレメディエーションの目標値を提示して現地圃場で検証することができた。

一方、本研究グループでは上記三つの小課題以外に、「有機ヒ素化合物の土壤中での動態と稲への吸収」、「カドミウム汚染水稲の迅速試料調製・分析方法の確立」、「土壤粒子によるダイオキシン類吸着特性の解明と懸濁物質凝集促進剤の検索・評価」の実行課題をそれぞれ担当した。「有機ヒ素化合物の土壤中での動態と稲への吸収」では、水田条件 (還元状態) でジフェニルメチルアルシノキシド (DPMAO) とフェニルアルソン酸 (PAA) がともに生成するが、畑条件 (酸化状態) ではPAAのみ生成することが明らかとなった。また、ポット栽培した稲の玄米ではPMAAが主要なヒ素化合物として検出され、土壤溶液中の主要なヒ素化合物はPDMAOであった。「カドミウム汚染水稲の迅速試料調製・分析方法の確立」では、発色法のイムノクロマト分析および電極法のボルタンメトリー分析を検討し、いずれの分析法とも概略の玄米カドミウム濃度の推定は可能であることが判明した。「土壤粒子によるダイオキシン類吸着特性の解明と懸濁物質凝集促進剤の検索・評価」では、有機化学物質の土壤有機炭素吸着定数 (Koc) と凝集剤施用に伴う低減率との関係を解析し、懸濁物質 (SS) 濃度が高い場合 logKoc で4程度の化学物質まで凝集剤による拡散防止効果が期待できることを示した。

これらの成果によって、わが国の農耕地土壤における

カドミウム等微量元素の負荷経路が明らかになり、また、カドミウム汚染土壌修復のための新たな技術（化学洗浄法・ファイトレメディエーション）が開発され実用化への途を切り拓くことができた。（小野信一）

栄養塩類研究グループでは、農業生態系における水質特性の変動、なかでも硝酸性窒素の動態解明、負荷軽減技術の開発、流域を対象としたモニタリング手法の開発および流域水質解析・評価システムの開発に関する研究を行っている。

小課題「硝酸性窒素の土層内における動態解明」では、わが国の主要畑土壌である黒ボク土を対象として、硝酸イオン吸着による土層内移動の遅れを予測するために、硝酸イオンの吸着容量を求めるためのカラム浸潤実験による新しい測定方法を開発した。次に、黒ボク土畑土壌から溶脱した硝酸性窒素の地下水系への到達経路を推定した。すなわち、浅層地下水位と硝酸性窒素濃度の面的分布を通年観測し、水平方向および難透水層下の第二帯水層に向かう鉛直方向の水と硝酸性窒素のフラックスを数値解析により推定する手法を開発した。これらから、黒ボク土畑における浅層地下水に達するまでの硝酸イオンの鉛直移動は、吸着等温式を組み込んだ移流分散式により、また浅層地下水に達した後の水平および鉛直移動は二次元数値モデルにより、それぞれ予測可能になった。以上の成果は、農耕地の根群域から溶脱した硝酸性窒素の浅層地下水およびより深い帯水層への流出時間および流出量の予測に活用できる。

小課題「各種資材等の評価による負荷軽減技術の開発」においては、農耕地土壌からの硝酸性窒素の流出を抑制するために、生分解性の硝酸性窒素吸着資材を試作した。試作した資材がチンゲンサイ栽培期間中の硝酸性窒素溶脱量を2/3に抑制することを、ポット試験により明らかにしたが、圃場規模での実用化試験は実施していない。また、多量の豚ふん堆肥と硝酸が共存する条件下での亜酸化窒素発生過程を、室内実験により解析し、これまで脱窒菌由来と考えられてきた亜酸化窒素発生に未知の微生物が関わっていることを見出した。また、統計情報に基づき、作物生産量、化学肥料の施用量、家畜ふん尿の発生量などを都道府県・市町村単位で算出するデータベースシステムを作成した。このシステムは、民間を含む10以上の研究機関において実際に活用されている。しかし、各種資材を活用した負荷軽減技術のモデルを提示するには至っていない。

小課題「硝酸性窒素の中規模流域におけるモニタリング手法の開発」では、茨城県の桜川中流において、降雨

後の濁水発生時に全層平均値や河川断面平均値を観測し、部分採水でも全層・全断面の平均に近似できることを明らかにした。この観測結果に基づいて、桜川中流および豊橋市近郊の梅田川支流を対象として簡便・迅速・精度の高いモニタリング手法を開発し、従来観測が困難であった台風時に極大の流量・水質データを高精度で取得できた。また、茨城県内の台地畑を流下する浅層地下水中の亜酸化窒素の由来を窒素および酸素の同位体比に基づいて推定する方法を開発し、水平移動した家畜ふん尿由来の窒素と地下浸透した肥料成分の窒素が混合していることを明らかにした。この小課題で開発したモニタリング手法の普及を図るため、ノウハウを「農業環境モニタリングマニュアル」に記載し公表した。

小課題「硝酸性窒素の負荷流出予測モデルの中規模流域への適用」においては、総合的な予測モデルの中核となる地域水質予測評価システムの有効性を検証するため、同システムで算定される窒素流出ポテンシャルと、霞ヶ浦流域および矢作川流域の長期観測データから得られた実流出負荷量を比較した結果、窒素流出に数年間の時間遅れが生じること、霞ヶ浦流域において脱窒等による窒素浄化がきわめて大きいことを明らかにした。さらに、同システムを用いて矢作川流域の窒素発生状況を解析し、窒素濃度の変動要因を明らかにした。一方、同システムの予測精度を向上させるために、畑圃場の窒素動態収支を計算するサブモデル、並びに土壌侵食等に由来する懸濁物質・リンの流出負荷量を推定するサブモデルを作成した。これらのサブモデルを地域水質予測評価システムと組み合わせて利用することにより、中規模流域に適用可能な総合的な予測モデルを開発した。他の中規模流域でも硝酸性窒素の負荷流出を予測することが出来るように、地理情報、統計情報等を整備する等の作業手順を、「農業環境モニタリングマニュアル」改訂版で公表した。

他に、当グループは、運営費交付金プロジェクト研究として、水系を一括りとして管理指針等を策定する「森林・農地・水域を通ずる自然循環機能の高度な利用技術の開発」（前期平成12～14年度、後期15～17年度）、並びに日韓両国における農業生態系の水質保全と農業活動に伴う水質影響を解明する「農業生態系における水質保全とその環境影響評価に関する国際共同研究」（平成15～19年度）の推進を担っている。（菅原和夫）

ダイオキシチームでは、農業環境におけるダイオキシン類の起源推定、汚染程度の将来予測、および系外への拡散防止を目的として、作物および農耕地土壌中のダ

イオキシンの消長解析、および水田からの流出抑制技術の開発を行ってきた。

小課題「イネ等におけるダイオキシン類の吸収、移行特性の解明」において、昨年度までに作物体のダイオキシン類濃度の増減は、栽培地点における大気中ガス態の濃度変動の影響が大きいことを見出し、作物および大気ガス態のダイオキシン類異性体毎の濃度比と、各異性体のオクタノール-大気分配係数 ( $K_{OA}$ ) との相関に基づき、大気ガス態のダイオキシン類組成から作物体のダイオキシン類組成を推定する方法を提案した。今年度、各異性体の  $K_{OA}$  をパラメーターとして生育環境である大気ガス態のダイオキシン類組成から作物体中ダイオキシン類濃度を推定するモデル式を作成し、実測値と比較した。大気中濃度が高濃度の地点では推定値と実測値が合致したが、低濃度の地点では作物体濃度を過小評価する傾向にあった。

水田土壌中のダイオキシン類の消長を異性体毎の物理化学的性質との関係から解析するため、全国各地の7地点の水田土壌中ダイオキシン類の起源をケミカルマスマランス法で解析した。現在蓄積しているダイオキシン類の95%以上が過去の除草剤中に含まれた不純物を汚染源とすること、また、異性体毎の消失速度は採取地点の気温および土壌の炭素含量と無関係であることを明らかにした。

また、ダイオキシン類の吸着除去を目標に、各種の資材の物理化学的特性とそれに影響を及ぼす要因について検討した。ダイオキシン類吸着資材として石炭系円筒状およびやしがり系粒状の活性炭資材を選定し、資材の吸着能は表面の疎水性が大きく関与すること、ダイオキシン類汚染土壌からの除去には中性付近の pH が最適であることを明らかにした。

上記小課題とは別に、POPs (残留性有機汚染物質) である有機塩素系農薬の土壌における残留実態を調査した。1960年代より採取・保存されている農耕地土壌中の有機塩素系農薬およびその代謝産物を分析した。DDT 類・HCH 類・ドリノ類の濃度は1960年代をピークに、これらの農薬が中止された後、漸減していた。これらの農薬の半減期は水田土壌の方で畑土壌より短く、また、水田土壌における半減期と土壌の炭素含有率の間には正の相関があり、これらの土壌中の消長に大きく影響していると推察された。

これらの成果により、作物および農耕地におけるダイオキシン類の汚染経路が解明され、汚染程度の将来予測を可能とするとともに、農耕地から系外へのダイオキシ

ン類の流出削減技術を提示し、作物および農業環境中のダイオキシン類汚染防止対策に貢献できた。(齋藤雅典)

## 4. 農業環境インベントリーセンター

農業環境インベントリーセンターは、インベントリー研究官、土壌分類研究室、昆虫分類研究室及び微生物分類研究室の3研究室から構成され、土壌・昆虫・微生物の各標本館を活用して、中課題「農業環境資源の分類・同定及び機能の解明に基づくインベントリーフレームの構築」および「昆虫・微生物の収集・特性評価とジーンバンク登録」に関する研究に取り組んでいる。これらの課題は、中期計画の「試験及び研究ならびに調査」の柱「生態学・環境科学研究に係る基礎的・基盤的研究」の大課題「農業環境資源情報の集積」に位置づけられている。

小課題 C-3-1-1「機能に基づく土壌の分類及びインベントリーのためのフレームの構築」では、中期計画の最終目標として、土壌資源に関する情報の迅速な利用、土壌を介する環境負荷のモニタリングや実態の迅速な解明等に寄与することを掲げている。具体的には、水質浄化等の機能を持つ一方、土壌粒子の流出によって環境負荷物質の二次的汚染源にもなっている農耕地土壌を、深層を含めた機能に基づいて評価・分類するため、土壌資源の標本・試料・情報資料を収集・データベース (DB) 化し、これらを Web 上で総合的に利用できるシステム (土壌インベントリーフレーム) を構築しようとしている。17年度には、栃木県等7地点の深層土壌を採取し、土壌の化学的・物理的性質や粘土鉱物組成を分析し、硝酸イオンや交換性塩基類の貯留と排出に関する評価を行い、深層土壌を暫定的に3段階に分級した。各種土壌調査データや深層土壌のデータから、従来の土壌統の下位に栄養塩類貯留排出容量土壌区を設定し、機能に基づく土壌分類の素案とした。すなわち、表層土壌については、栄養塩類貯留能と排出能の組み合わせで栄養塩類貯留排出容量を区分し、それに肥沃度区分を追加し、土壌統名に接尾辞として記載する。深層土壌は、栄養塩類貯留排出能のクラスを記載する。各種土壌調査のデータと土壌図を1/5万地形図上に表示し、統計値を算出する Web システムを作成した。また、土壌の機能を評価するソフトウェアの日本語化を行った。

小課題 C-3-1-2「所蔵タイプ標本等のデータベース化及びインベントリーのためのフレームの構築」では、中期計画の最終目標として、農業環境昆虫情報の迅速な利

用、侵入等昆虫の速やかな同定、昆虫多様性変動の迅速な解明等に寄与することを掲げている。具体的には、農業環境における昆虫に関する情報を農業環境昆虫インベントリーとして Web 上で整備するため、昆虫の標本・情報資料を収集・整理し、標本の画像情報を含めて DB 化し、これらを総合的に利用できるシステム（昆虫インベントリーフレーム）を構築しようとしている。17年度は、所蔵タイプ標本130種の画像を新たに取得し、合計530種のタイプ標本データベースを Web 上で公開した。またチョウ目ヤガ科キョトウ類およびカメムシ目ヒョウタンカスミカメ族等の分類群別検索表、並びに文献目録「三橋ノート」のトンボ目とチョウ目の全頁の画像情報を Web 公開した。さらに所蔵標本のラベル情報、画像情報、分類群情報、分類群別検索表等を相互に連結して管理し、また多項目の組み合わせで検索できる機能を持つ昆虫インベントリーフレームを構築した。以上の結果、蓄積してきた昆虫標本、分類群情報、文献情報等が Web を通して利用され、分類研究や生物多様性研究に活用されるためのシステムが整備された。

小課題 C-3-1-3「主要イネ科植物に常在する微生物相の分類・同定と機能の解析およびインベントリーのためのフレームの構築」では、中期計画の最終目標として、農業環境微生物の標本や試料および情報の迅速な利用、イネ科植物に生息する微生物の速やかな同定、機能の活用並びに多様性変動の迅速な解明等に寄与することを掲げている。具体的には、健全に生育している主要なイネ科植物に常在する細菌や糸状菌を収集・同定するとともに、群集構造・生態・機能を解明して DB 化し、Web 上で総合的に利用できるシステム（農業環境微生物インベントリーフレーム）を構築しようとしている。17年度には、ムギから分離した細菌の分類と細菌間伝達物質（クオールモン）生産と揮発性抗菌物質生産能を調べ、*Pantoea* 属菌がクオールモン生産性を有することを明らかにした。同様に、内分泌攪乱物質生産に関与する展着剤 NPEO といもち病菌を処理したイネからの分離細菌の分類と NPEO 等への感受性を調べ、NPEO が細菌相に影響することを解明した。これまで収集した「植物生息細菌データベース」と「農業環境技術研究所所蔵微生物さく葉標本目録」を Web 上で公開するとともに、多機能解析ソフト「*microForce-CD*」を作成し配布した。トマト灰色かび病菌や植物生息 *Fusarium* 属菌の色素生産を阻害する菌を見出した。これら知見は、環境インパクトに対する指標微生物の探索や有用菌の探索に役立つ。

中課題「昆虫・微生物の収集・特性評価とジーンバン

ク登録」は、中期計画の最終目標として、ジーンバンク事業連絡協議会が策定する「農業生物資源ジーンバンク事業計画、動物部門、微生物部門」の年次計画に従って、天敵等有用昆虫を飼育し、特性を評価し、ジーンバンクに登録するとともに、栽培および野生植物体上の常在微生物または病原微生物を分離・同定し、特性を評価して、ジーンバンクに登録することを掲げている。昆虫分類および微生物分類研究室が、この事業に参画している。内容については、生物環境安全部の昆虫研究および微生物・小動物研究の両グループの紹介を参照願いたい。

以上のほかに、17年度は、A-2-1-1 で「組換え農作物の長期栽培による生物相への影響モニタリング（ナタネ）」、「訪花昆虫相のモニタリング手法の開発」、「ほ場条件下における組換えダイズとツルマメとの自然交雑」の3課題を分担した。内容については、生物環境安全部組換え体チームの紹介を参照されたい。（谷山一郎）

## 5. 環境化学分析センター

環境化学分析センターは環境化学物質分析研究室と放射性同位体分析研究室から成り、ダイオキシン類、農業、重金属および放射性同位元素等の分析法の開発と環境中におけるこれら物質の動態に関する調査研究を行っている。

小課題 C-1-1-1「塩素化ダイオキシン類等有機化学物質の超微量分析法の開発」を平成13~17年度まで行い、微量のダイオキシンを迅速で、かつ精度良く分析するため、各種分析法の改良を行った。土壌試料について各種抽出法を検討した結果、高速溶媒抽出はソックスレー抽出法とほぼ同じ抽出効率を示すことが分かった。この高速溶媒抽出法により短時間かつ少量の溶媒でダイオキシンを効率的に抽出できることを明らかにした。動物試料では通常前処理としてアルカリ処理や硫酸処理を行った後、ダイオキシンの抽出を行っているが、この場合、試料に含まれる脂肪は分解されて脂肪酸が生成し、分析の障害となる。これを避けるため脱水抽出法とゲル浸透クロマトグラフィーを合わせて、抽出精製を行うことにより障害となる脂肪を効率よく除去できることが明らかとなった。また、抽出液の精製法の検討では、Carboxen は安価な上、ロット間差がなく抽出液精製時に使用する溶媒が少量でも分画ミスが少ないことが分かった。これにより安価かつ短時間で精製する前処理法を開発できた。さらに人為的なミスをなくすため送液ポンプを用いて、ダイオキシンの精製法の半自動化を行った。また、

精製手段の一つになっている液液分配でエマルジョンが生成し易い野菜試料では珪藻土カラムを通すことによって水洗浄過程でエマルジョンが生成せず迅速な精製が可能となった。

また、POPs (persistent organic pollutants) は難分解性の有機化学物質で生物濃縮性や長距離移動性が高いため、地球規模での環境汚染が懸念されている。農耕地および非農耕地土壌を各地より採取し、アルドリン、デイルドリン、エンドリン、マイレックス、ヘプタクロール、クロールデン、ヘキサクロロベンゼン、DDT 等の POPs を分析、比較検討した。その結果、多くの POPs の土壌中濃度は農耕地の方が高い傾向を示した。しかし、日本では農薬登録のなかった mirex の場合は農耕地土壌と非農耕地土壌とも非常に低い濃度レベル (数pg/g) であり、両者の間でほとんど違いは認められなかった。

農薬取締法の改正により農薬の使用規制が厳しくなり、マイナー作物に対する農薬登録問題がクローズアップされてきている。マイナー作物は生産量が3万トン以下と定義されており、全国レベルで見れば生産量が少なく、農薬製造業者、輸入業者はそれらの農作物に対する農薬登録に積極的でない場合が多い。このため、マイナー作物に対する登録農薬は少ない。しかし、地域的に見た場合にはその生産量や、生産金額が無視できず、地域経済における重要な作物になっている場合も多く、これらの安定的生産のためには病虫害防除も欠かせない。このためこれら作物に対する農薬登録を容易にするため、農作物の類型化を図ることが考えられている。そこでウリ科作物の類型化の可能性を検討するため、キュウリ、ニガウリ、ズッキーニを取り上げこれらの果菜類における農薬の消失速度、付着濃度等を検討した。平成17年度はオクタノール-水分分配係数のやや大きいクロロタロニル、スピノサド、アズキシストロピンを供試農薬とした。初期付着濃度はいずれの農薬についても3つの作物間でほとんど差はなかった。しかし、消失速度はクロロタロニルではニガウリにおける消失速度が他の2作物に比べやや遅い傾向を示した。

また、最近、食品の安全・安心に対する関心が高まり、農産物の出荷前に残留農薬をチェックしようという気運も生まれて来ている。残留農薬の分析は、現在は主として機器分析によっている。機器分析は分析精度は高いものの、分析には抽出・精製等煩雑な操作を必要とするため多くの時間と熟練、さらに高額な分析機器を要する。このため、さほど熟練を要せず、高額な機器も必要としない、簡易で迅速な分析法の開発が求められている。抗

原抗体反応を利用した免疫化学的な農薬の分析法はそのニーズに合った手法であり、平成17年度は殺菌剤クロロタロニル用キットの農薬検出能の特性および類似化合物に対する交差反応性を検討したところ、クロロタロニル用キットはフサライドに対し59%、キントゼンに対して20%の交差性を示した。したがって当該のクロロタロニル用キットを使用して農薬を測定した場合には前述の農薬を同時に測り込んでいる可能性があることを考慮しておく必要があることが分かった。このキットをキュウリ、トマト、リンゴ、モモ等に適用し、回収試験を行ったところ良好な結果が得られ、このキットは農産物中の残留農薬検出にも有効であることを明らかにした。また、これらの農産物における測定結果は GC-MS による測定結果とほぼ一致しており、この ELISA キットによる測定は簡便でかつ精度も比較的高いことが分かり、出荷前農産物における農薬残留チェックに十分利用できると考えられた。

最近、茨城県神栖町の一部で地下水に有機ヒ素化合物が検出され、その地下水を灌漑に利用した圃場で生産された米の汚染が懸念されている。このため小課題 C-1-1-2「農業環境中のカドミウム等の微量分析法の開発」では主としてこの有機ヒ素化合物の分析法について検討した。有機ヒ素の測定では HPLC-ICP-MS を用いることにより As (III)、As (V) フェニルアルソン酸 (PAA)、フェニルジメチルアルシノキシド (PDMAO)、ジフェニルアルシン酸 (DPAA)、ジフェニルメチルアルシノキシド (DPMAO) を同時に分析できる方法を確立した。この分析法による有機ヒ素の回収率は90%以上となり良好な回収率が得られた。この分析法を用いて土壌からイネ体への移行について検討した。

小課題 C1-2-1「リスク評価のための  $^{137}\text{Cs}$  等放射性同位元素の平常時モニタリング」では大気圏内核爆発実験や原子炉事故等により大気中に放出された放射性同位元素の環境汚染レベルを把握し、放射能によるリスク評価をするため、国内各地の農業研究機関の協力のもとに農耕地土壌や農作物を収集、それらに含まれる放射能汚染レベルを測定した。平成16年度に全国15カ所の定点から採取した米、小麦における  $^{137}\text{Cs}$  の濃度はそれぞれ ND~63 (全国平均は17)、ND~63 (全国平均は35) mBq/kgで地域差が若干認められた。畑土壌、水田土壌における  $^{137}\text{Cs}$  の濃度はそれぞれ3.0~9.3 (全国平均は5.5)、2.4~14 (全国平均は7.1) Bq/kgであった。これらの穀類、土壌における放射性同位元素濃度は、平均的には日本海側の地域の方が太平洋側の地域より若干高い傾向

を示した。この他、農業環境技術研究所内で栽培したホウレンソウなどを採取、野菜における放射能調査も行ったが、 $^{137}\text{Cs}$  濃度は検出限界以下であった。

また、畑作土層からの  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  濃度低下傾向を検討した。結果、 $^{90}\text{Sr}$  の減衰定数は  $^{137}\text{Cs}$  のそれより大きい傾向があり、 $^{90}\text{Sr}$  の方が作土から溶脱し易いことが明らかとなった。 $^{90}\text{Sr}$  の溶脱による減衰定数は作土層の陽イオン交換容量、炭素含量、リン酸吸収係数との相関が高く、陽イオン保持能の高い土壌ほど、溶脱が遅い傾向であった。

核燃料再処理施設から環境中への漏洩が懸念される放射性同位元素のうち  $^{129}\text{I}$  は1700万年の半減期を持っているため、長期間の蓄積による環境汚染が懸念される。このため、環境中における微量な  $^{129}\text{I}$  を検出するための手法を検討した。多量の土壌、植物を測定試料として取り扱える燃焼装置とヨウ素トラップ装置を試作し、両者を組み合わせた効率的なヨウ素抽出装置を試作した。それと液体シンチレーションカウンターを組み合わせることで低濃度の  $^{129}\text{I}$  の測定が可能になった。また、畑土壌におけるヨウ素の形態変化過程を解明するため、大型放射光施設スプリング8を利用し X 線吸収スペクトル微細構造の解析を試みた。その結果、X 線吸収端近傍構造により  $\text{IO}_3^-$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{I}^-$  のヨウ素を区別できることが分かった。ヨウ素酸を畑状態の土壌に添加、静置後、経時的に土壌試料の測定、解析を行ったところ土壌中の  $\text{IO}_3^-$  は  $\text{I}_2$  あるいは有機ヨウ素体まで還元されることが考えられた。また、有機物含量の少ない赤色土では90日培養後でも  $\text{IO}_3^-$  は変化しなかった。ヨウ素酸は畑状態でも土壌有機物により  $\text{I}_2$  まで還元されることが明らかとなった。

フッ素は歯状斑の原因になるなど人の健康に係わるとして水質の環境基準項目 ( $800 \mu\text{g/L}$ ) に指定された。フッ素はリン酸肥料に含まれており、農業環境中での動態把握が求められている。そこで農耕地におけるフッ素の動態解明を試み、下記の結果が得られた。水酸基系分離カラムとグラジエント溶出の併用により有機物が含まれる地下水試料でも ppb レベルのフッ素定量が可能になった。畑ではフッ素は表層土に集積しやすかったが、水田では田面水や土壌浸透水に溶出されやすいことが明らかとなった。水田における土壌水中のフッ素濃度は下層に行くにしたがって徐々に低下することが明らかとなった。また、水田におけるフッ素の収支を計算した結果、インプットとしては肥料、用水の寄与が大きく、雨水の寄与は少ないことが分かった。アウトプットとしては田

面水のオーバーフローによる影響が大きかったが、地下への溶脱も無視できないことが分かった。

「肥料原料（りん鉱石）に不可避免的に混入する自然放射性物質の動態解明」研究を平成17～19年度までの計画で17年度より開始した。この研究ではりん鉱石中の放射性物質のなかで、最も強い放射能を有するウランを研究対象とし、農耕地土壌におけるウランの蓄積状況を把握、蓄積したウランが農業環境に及ぼす影響を予測するとともに、土壌中ウランが作物、特に可食部に移行する割合（移行係数）を主要な農作物について明らかにする。17年度はリン酸肥料を長期継続施用している圃場および未耕地の土壌中ウラン濃度を表層と下層に分けて分析、測定、比較検討を行った。その結果、リン酸肥料を継続施用している農耕地では作土層の方が高い傾向にあることが明らかとなった。しかし、未耕地では表層下層ともほぼ同じ濃度レベルである傾向を示した。また、土壌から作物への吸収移行を調べるため、17年度は作物中の微量なウランを分析する方法を検討、開発した。

北海道の釧路湿原では近年、ハンノキを主体とする林地の拡大が進んでおり、湿原は減少傾向にある。湿原は貴重な野生生物の生息地として重要であり、その減少に対し大きな懸念がもたれている。そこで「釧路湿原における土壌環境変化と植生変化の関係解明」プロジェクトでは湿原減少の要因やその年代を明らかにするため上流域の開発が著しい久著呂川近傍と比較的自然状態に保たれているチルワツナイ川近傍の土壌を冬季に深度別に採取し、それぞれの深度における土壌中放射性核種等の濃度を測定、年代推定などによる解析を行った。その結果、久著呂川流域では1960年以降に土砂の流入の増加があったと考えられたが、チルワツナイ川流域ではいずれの時期にも土砂の流入はほとんどないと考えられた。

(遠藤正造)