

## 環境放射能の調査研究

農業環境技術研究所は、これまで環境放射能について息の長い数多くの研究を行ってきた。また、突然発生する放射能汚染事故（チェルノブイリ、JCO）に迅速に対応し、社会の要請に応じてきた。その歴史と成果をここに紹介する。

### 放射性同位体研究と農業環境技術研究所

環境放射能の話始める前に、この研究所の歴史と環境放射能研究との関わりを紹介しておく必要がある。そのため、まず研究所の歴史を簡単にひもといて、その変貌をみることにする。農業環境技術研究所の歴史は、1893年（明治26年）に設立された農事試験場に始まる。今から111年も前のことである。最初の農事試験場は、種芸部・煙草部・農芸化学部・病理部・昆虫部・報告部・庶務部から構成され、長い時間をかけて国民に食料を供給するための研究所として着実に発展してきた。

この間57年の歳月を経た農事試験場は、1950年（昭和25年）に農業技術研究所（以下、農技研）に改組された。新たな組織は、生理遺伝部・物理統計部・化学部・病理昆虫部・経営土地利用部・農業土木部・園芸部・家畜部・畜産化学部・庶務部から構成された。この組織体制は、たかだか11年の寿命でしかない。社会の変遷にともなって、1961年（昭和36年）には、園芸部が園芸試験場へ、農業土木部が農業土木試験場へなどと、さらに専門研究所へ分化していく。その結果、農技研には、生理遺伝部、物理統計部、化学部、病理昆虫部、経営土地利用部・庶務部が残ることになる。

さらに、この組織は22年の歳月を経て再び変貌し、農業環境技術研究所（以下、農環研）と農業生物資源研究所と農業研究センターに分化していく。今から21年前の1983年（昭和58年）のことである。農環研には、企画調整部、総務部、環境管理部、環境資源部、環境生物部、資材動態部が置かれた。そしてこの研究所は、2001年（平成13年）に（独）農業環境技術研究所として新たな装いのもとに再出発した。

この間、農技研の時代（1950年～1983年）には化学部作物栄養科アイソトープ研究室および土壌第1科土壌化学第3研究室が、旧農環研の時代（1983年～2001年）には環境管理部計測情報科分析法研究室が、環境放射能にかか

---

---

わる調査研究を継続してきた。現在の農環研(2001年～)では、環境化学分析センターの放射性同位体分析研究室がこの調査研究に携わっている。

### 放射能調査研究と農業環境技術研究所

半世紀前の1954年、米国はビキニ環礁で水爆の実験を行った。近くで操業中の漁船第5福竜丸が被曝し、乗組員の久保山さんが亡くなった。遙か遠く離れた日本の地にも、当時「死の灰」とよばれた降下性の放射性核種が降った。この事故を重視した政府は、すみやかに大学や研究機関によびかけ放射能汚染調査を実施した。農技研も積極的にこの調査に参加した。

1957年、英国のウインズケール原子炉で火災事故が発生した。このことが契機となり、わが国でも全国的な放射能調査研究網ができ、当時の科学技術庁(現在の文部科学省)の「放射能調査研究費」によって、農技研では「土壌および農作物の降下放射性核種の分析および研究」が開始された。さらに1959年には、「全国特定圃場の米麦と土壌(作土)のストロンチウム90( $^{90}\text{Sr}$ )、セシウム137( $^{137}\text{Cs}$ )による放射能汚染の実態と経年変化の調査」が開始された。

### チェルノブイリ事故

#### 1) 世界の汚染と波紋

ソ連のキエフ市の130キロメートル北方にあるチェルノブイリ原子力発電所4号機で、炉心の一部が破損し、建物の屋根が吹き飛ばされる大事故が発生したのは、1986年4月26日の未明であった。この事故に関する公式発表では、31名が死亡し、急性入院患者が203名、13万5千人の住民が避難したと報道された。

モスクワ市内では、市販の牛乳やヨーグルトから異常な値の放射能が検出された。事故当時、風は北ないし北北西であったため、放射能雲は白ロシア、バルト3国、フィンランド南部に広がった。風はやがて北西に変わり、ポーランド、スウェーデン、ノルウェーまで広がった。その後、汚染はヨーロッパ全域に広がり、1週間後の5月3日には、ジェット気流によって8,000キロメートルも離れたわが国の上空に達し、ヨウ素( $^{131}\text{I}$ )、セシウム( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ )およびルテニウム( $^{103}\text{Ru}$ )などの核種が全国に降下した。

原子力発電史上、最悪の事故といわれたこの事故の記憶は、まだわれわれの記憶に新しい。世界には現在400基に近い原子炉が稼働している。今後エネルギー源として、ますます必要である。しかし、われわれが生きている世界に「絶対安全」などない以上、原子力発電所も他の技術と同様に事故や故障とまっ

---

---

たく無縁ではありえない。そのうえ、この事故の例にも見られるように、漏れ出た放射性物質は、簡単に国境を越えて、被害は遠く他国にも及ぶ。

ここで振り返って、事故当時の新聞記事を少し追ってみる。1986年5月4日の新聞には、日本分析センターが、事故原発から700キロメートル離れたモスクワの日本大使館より空輸された牛乳、水道水、長ネギ、ニンジン、大使館敷地内の土壌を分析した記事が載っている。事故発生後約一週間経った5月2日の昼頃、モスクワ市内の専門店で購入した牛乳からは、放射性の $^{131}\text{I}$ が1リットル当たり1.8ベクレル、長ネギから1キログラム当たり2.0ベクレル、同じ頃、モスクワ市中心部にある大使館の水道水から採取した飲料水からは、1リットル当たり1.6ベクレルが検出された。しかし、ニンジンからは $^{131}\text{I}$ は見つからない。一方、土壌からは、1キログラム当たり81.4ベクレルの $^{131}\text{I}$ のほか、 $^{137}\text{Cs}$ が92.5ベクレル、 $^{103}\text{Ru}$ が11.1ベクレル検出された。

きわめて深刻な汚染を受けたポーランドでは、牛乳1リットル中に最高1,718ベクレルもの多量の $^{131}\text{I}$ が見つかったとの報告がある。この放射能の強さは、国際原子力機関が定めた子供に対する危険値1,000ベクレルの1.72倍で、直ちに飲用禁止の措置がとられた。なお、ベクレルという単位は、放射性核種が1秒間に壊変する個数で表される放射能の強さの単位で、1ベクレルとは毎秒1壊変することである。ちなみに、よく用いられている1キュリーという単位は、370億ベクレルに相当する。これは、ラジウム1グラムの放射能にほぼ等しい値である。

## 2) 日本への影響

わが国への影響は、放射能対策本部から発表された5月6日の新聞報道から知ることができる。各地の水道水からは、放射性 $^{131}\text{I}$ は検出されていない。しかし、筑波研究学園都市にある農林水産省の畜産試験場の牛の原乳からは、1リットル当たり2.1ベクレルの $^{131}\text{I}$ が検出されている。また千葉市の日本分析センターの報告によれば、5月4日に分析した農家の原乳には、1リットル当たり0.6~2.1ベクレルの $^{131}\text{I}$ が検出されている。しかし、これらの値は、いずれも国際基準の1,800分の1から500分の1という微量であることから、まったく心配はないとされ、特別の措置はとられなかった。

$^{131}\text{I}$ が人体に入ると、甲状腺に濃縮されて障害をを起こし、ガン発生の恐れがある。しかし、検出された2.1ベクレルという値は、例えばこれより320倍も強く汚染された牛乳を毎日600CCずつ一年間飲まなければ、乳幼児の甲状腺に危険が生じるような量とはならないのである。

---

---

### 3) 当所の調査結果

政府は5月30日に放射能対策本部を設けた。農環研は本部からの協力要請を受け、所内に企画連絡室長を委員長とした放射能調査緊急対策委員会を設置した。依頼された調査内容は、5月2日から6月6日の間、つくば市(農環研圃場)の野菜と畑の表土の $^{131}\text{I}$ をほぼ毎日、 $^{137}\text{Cs}$ と $^{134}\text{Cs}$ を週1回分析することであった。

当所の測定の結果、ハウレンソウ、ヨモギおよびダイコン葉の1キログラムから、それぞれ最高370,592および104ベクレルの放射性 $^{131}\text{I}$ が検出された。これらの値は、1980年に原子力安全委員会から出された飲食物摂取制限に関する葉菜の許容値7,400ベクレルに比べるときわめて少ない量であった。放射能対策本部は「国内の野菜等を含むすべての環境試料の放射能レベルは充分低い状態となり、国民の健康に影響を及ぼすものではない」との安全宣言を、6月6日に全国に通達した。

### 4) 事故のフォロー調査

#### 危険な放射性物質

$^{131}\text{I}$ の半減期はわずかに8日であるから、例え汚染していても急速に減衰してしまう。したがって、生産者から消費者へ短期間に渡る野菜や牛乳のような生鮮食料品では問題となるが、米麦や果実のように成長期間が長い食品では、ほとんど問題にならない。

ところが、原発や核実験で発生する放射性降下物には、放射性ヨウ素ばかりではなく、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ など放射能の強さが半減するまでに約30年もかかるような長半減期放射性核種も含まれている。このような長半減期の放射性核種は、時間の経過とともに土壤に残留し、徐々に作物に吸収される。このようにして、コメやムギなどの農産物の中に放射性核種が入り込む恐れがある。

コメやムギについて、 $^{90}\text{Sr}$ および $^{137}\text{Cs}$ の放射能測定が必要なのは、このような理由からである。放射性降下物のうちでも、特に $^{131}\text{I}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ および $^{90}\text{Sr}$ は、環境や食品を汚染し、直接・間接に人体に影響を及ぼすため、きわめて危険な核種とされている。

1954年春のビキニ環礁でおこなわれた核爆発実験による「死の灰」の騒ぎが直接のきっかけとなり、農作物と土壤の放射能の調査体制が本格的に固まった。1957年から継続して、コメ、ムギおよび土壤の $^{90}\text{Sr}$ および $^{137}\text{Cs}$ が、全国的に調査されている。また、野菜の $^{131}\text{I}$ については、チェルノブイリ原発事故を契機として、事故発生と同時に、直ちに対応できる緊急監視システムが、新

---

たに設けられた。

#### 土壌の放射能汚染

放射性降下物が農作物の中に入ってくるルートが二つある。一つは、葉、茎や花に放射性降下物が付着し、そこから直接吸収されるルート。もう一つは、放射性降下物が土に沈着し、根を通して吸収されてくる間接的なルートである。原水爆実験や原発事故が発生した直後は、大気中に浮遊している放射性物質が徐々に降下し、作物の葉や茎に付着する。放射性物質は、そこから作物に直接吸収される。しかし、時間の経過とともに間接的なルートで吸収される。

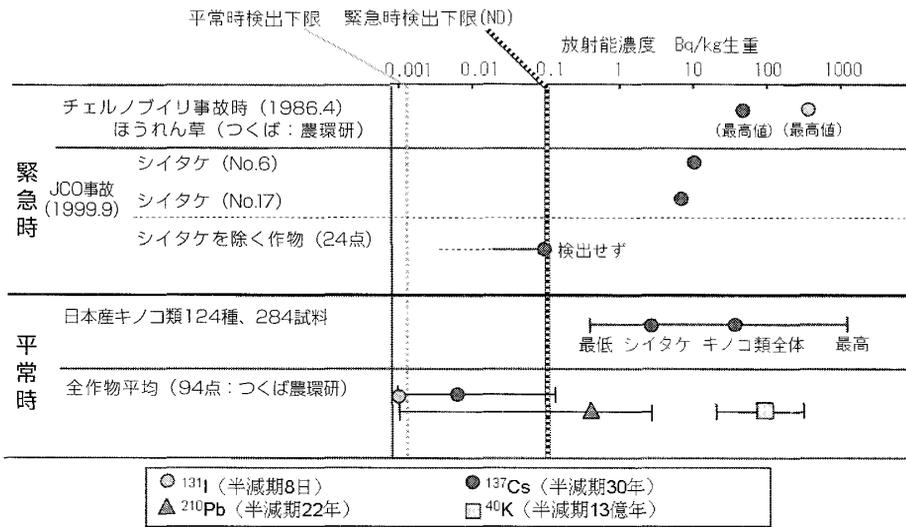
このようなことから、チェルノブイリ事故のフォロー調査が開始された。その結果、次のことなどが明らかにされた。水田作土に存在する  $^{117}\text{Cs}$  の滞留半減時間は、溶脱も含めて 17 年である。コムギの  $^{90}\text{Sr}$  および  $^{137}\text{Cs}$  の汚染は、放射能が多量に降下するときは直接的、微量に降下するときは間接的な経路であった。大気から降下する  $^{90}\text{Sr}$  および  $^{137}\text{Cs}$  と米麦中の両核種の含量の間に高い正の相関を認め、両者の間の汚染推定式を確立した。また、「収穫期のコムギ地上部および作土中のセシウム 137 濃度」、「森林におけるセシウム 137 とセシウム 134 の濃度分布」などの調査をおこなった。

#### 東海村ウラン加工施設臨界事故と緊急放射能調査

1999 年 9 月 30 日の午前 10 時 35 分頃、茨城県東海村にある核燃料加工会社 (JCO 社東海事業所) で、わが国では初めての臨界 (原子炉の中で、核分裂連鎖反応が一定の割合で維持されている状態) 事故が発生した。臨界状態が 20 時間ほど続いたため、ウランの核分裂生成物ができ、キセノン ( $^{139}\text{Xe}$ ) やクリプトン ( $^{91}\text{Kr}$ ) などの希ガスや、ガス化しやすい  $^{131}\text{I}$  などの一部が外部に漏れた。これによって、3 人の従業員が急性放射線症状を呈し、うち 1 人は 12 月 21 日に、さらにもう 1 人が翌年 4 月 27 日に亡くなった。しかし結果的には、事故現場から半径 2 キロメートル以遠では生成物は検出されなかった。チェルノブイリ事故に比べれば規模の小さいものであった。

茨城県は、この事故の影響調査を農水省に依頼した。農環研では、茨城県および農水省技術会議事務局の要請を受け、ただちに企画調整部長を本部長とする対策本部を 10 月 1 日に設置した。この緊急事態にあたって、茨城県は農政企画課長、技術会議は連絡調整課長および農環研は企画調整部長がそれぞれ窓口となり事故の影響調査に対応をした。

10 月 1 日の午後、茨城県から事故現場の野菜、果樹などが経済連を通して各



### 農作物の放射能濃度のモニタリング

地から分析用試料として当所に持ち込まれた。午後7時に事故現場の10キロメートル圏付近の6品目と圏外13品目の試料が持ち込まれ、すべての分析試料はととのった。その後、当所の分析担当者は徹夜で分析作業に入った。

分析を依頼された作物は、ネギ、ナス、トマト、ピーマン、キュウリ、レタス、キャベツ、コマツナ、ニラ、サツマイモ、飼料用トウモロコシ、水稻、レンコン、シイタケ、クリ、ナシ、カキであった。分析対象とした人工放射性核種は、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 、マンガン ( $^{54}\text{Mn}$ )、コバルト ( $^{60}\text{Co}$ )、セリウム ( $^{144}\text{Ce}$ )、ルテニウム ( $^{106}\text{Ru}$ )、ジルコニウム ( $^{95}\text{Zr}$ ) であった。分析には、ゲルマニウム半導体検出器・ガンマ線スペクトロメトリーシステムを使用し、生の試料を検出器にかけた。

その結果、人工放射性核種は、シイタケを除くすべての試料で検出されなかった。シイタケの  $^{137}\text{Cs}$  だけが10ベクレル  $\text{kg}^{-1}$  を超えていた。しかし、キノコ類は  $^{137}\text{Cs}$  を集積することが知られていた。日本産のキノコ類の平均  $^{137}\text{Cs}$  濃度 (1989～1991年) は37ベクレル  $\text{kg}^{-1}$  で、今回の値はこの平均値より低かった。事故直後の分析結果から、シイタケの  $^{137}\text{Cs}$  濃度の高さが汚染の不安を誘ったが、実はこの濃度の高さが事故の安全宣言に繋がったのである。

### おわりに

20世紀は、科学技術の大発展とそれに付随した成長の魔力に取り憑かれた世

紀といえるのではないか。ここでいう成長とは、あらゆる意味での物的な拡大を意味する。自動車、工業生産、人口、エネルギー使用、食糧増産など枚挙にいとまない。

このような成長を支える科学技術はわずか 100 年前にはじまり、その後、肥大、拡大し、大きな潮流となって、20 世紀後半を駆け抜けた。この歴史の潮流の中で、われわれはものを豊かに造り、その便利さを享受するとともに、この技術を活用し、宗教や政治や主義にからむ多くの戦争を行ってきた。今もそのことは続いている。

さて、われわれが生きようとする 21 世紀の世界的規模での課題とは何であろうか。それは、「環境」と「情報」と「エネルギー」だろう。いずれも現在の社会構造を根底から変革する威力を内包しているうえ、これらに対応しないで事を怠ると、まさに遅れた国にならざるを得ない。その上、これらは一国の混乱が世界中に様々な影響をもたらす。地球温暖化問題や 2000 年問題や放射能汚染問題などがそのよい例である。

このような観点からも、当所の環境放射能の調査研究はきわめて重要なものである。今後とも、当所が地道な調査研究を続け、緊急事態に対応することが、最終的なクライアント（顧客）である国民への責務であろう。本稿に関連する成果情報や文献を以下に示した。関心のある方は参照いただきたい。

#### 参考資料

- 1) 農業環境研究成果情報第 4 集：チェルノブイリ原発事故に伴う農業環境への放射能汚染調査, 13-14, 昭和 63 年 (1988)
  - 2) 農業環境研究成果情報第 15 集：水田作土に存在する  $^{137}\text{Cs}$  の滞留半減時間と溶脱率, 91-92, 平成 11 年 (1999)
  - 3) 農業環境研究成果情報第 16 集：わが国の白米中の  $^{90}\text{Sr}$  と  $^{137}\text{Cs}$  含量の長期間の推移, 67-68, 平成 12 年 (2000)
  - 4) 農業環境研究成果情報第 17 集：不測の核事故が生じたときの米麦の放射能汚染の推定方法, 49-50, 平成 13 年 (2001)
  - 5) 農業環境研究成果情報第 18 集：わが国における小麦の放射能汚染の長期観測, 40-41, 平成 14 年 (2002)
  - 6) 小山雄生：土の危機, 読売科学選書 27, 読売新聞社 (1990)
  - 7) 結田康一・駒村美佐子・小山雄生：チェルノブイリ原発事故によるコムギ地上部と土壌の I-131 汚染—降雨の影響, 日本土壌肥料学雑誌, 61, 165-172 (1990)
- 
-

- 8) 駒村美佐子・津村昭人：誘導結合プラズマ質量分析による土壌から白米への放射性核種の移行係数算定, RADIOISOTOPES, 43, 1-8 (1994)
  - 9) 駒村美佐子・津村昭人・小平 潔：日本の水田における作土中の  $^{137}\text{Cs}$  の滞留半減時間, RADIOISOTOPES, 48, 635-644 (1999)
  - 10) 駒村美佐子・津村昭人・小平 潔：わが国での  $^{90}\text{Sr}$  と  $^{137}\text{Cs}$  による白米の汚染—1959年以來37年間の長期観測とその解析—, RADIOISOTOPES, 50, 80-93 (2001)
  - 11) 駒村美佐子・津村昭人・木方展治・小平 潔：国産小麦の  $^{90}\text{Sr}$  および  $^{137}\text{Cs}$  汚染に関する長期観測と解析—1959年以來チェルノブイリ事故を含む37年間—, RADIOISOTOPES, 51, 345-363 (2002)
  - 12) 結田康一・駒村美佐子・木方展治・藤原英司・栗島克明：原子力施設等に伴う農作物・土壌の緊急放射能調査—チェルノブイリ原発事故と東海村臨界事故への対応を中心に—, 日本土壌肥科学雑誌, 73, 203-210 (2002)
- 
-