

環境スペシメンバンキング — 15年の歩み —

Environmental Specimen Banking
— Fifteen Years Experience in NIES —

柴田康行 編
Y. Shibata ed.

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

環境庁 国立環境研究所

序文

環境スペシメンバンクとは、環境を代表する試料を数十年、数百年にわたって保存し、未来における化学物質の評価を可能とさせるようなタイムカプセルのシステムである。その使用の目的は、

- 1) 統一された精度の高い分析を行なうことにより、汚染物質について長期間の変動を精度高く検知する。
- 2) 新しく注目される汚染物質について、過去からのトレンドを明らかとし、汚染の始まった時期、汚染の拡大している状況を明らかとする。
- 3) 保存した時期には正確な分析技術がなくて分析できなかったような汚染物質について、新しい分析法を用いて汚染の過去と現在を明らかとする。
- 4) 上記のような環境変化を知ることを通じて、汚染問題の存在の理解、汚染原因と影響の関係、汚染の早期警報及び規制等の対策に貢献する。

スペシメンバンキングはこのような目的をもって、米国、西欧において設立され、我国においては国立環境研究所においてパイロットバンキング計画が1980年にスタートした。環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究が1980年から3年間にわたり特別研究として実施され、その中で環境試料バンクを実施する基礎として、指標となる試料の選定方法、及び長期保存方法の検討が行われた。各種の処理条件、温度条件下で、いくつかの試料を保存し、それぞれ含有する汚染物質について、定期的に測定し、変化を追跡した結果、物質によっては保存条件に従って著しく変化するものがあることが認められたが、凍結保存にある種の実用性があると判断された。これに並行して低温試料庫を用いて、各種の機会に収集した試料の保存を行ってきた。これまでにバンクに蓄積されている試料は人体試料（人体臓器、毛髪、血液試料）、各種生物試料（魚類、貝類、鳥類、植物類）、湖水、底泥、土壌、等々と広範囲に及んでいる。また保存と並行して保存性に関する研究、保存時の分析を通じての化学物質の経年的変化の研究もひきつづき行われており、研究の蓄積も進んでいる。パイロットスペシメンバンキングが始まって15年経過した現在において、その成果の一部を公表することは意義深いものといえよう。

平成7年1月

化学環境部
部長 森田昌敏

[研 究 組 織]

本研究は、以下に記す所内外の多くの研究者によって進められた。

(順不同：なお、国立環境研究所関係者の所属は1995年1月現在のもの)

<国立環境研究所>

— 化学環境部 —

森田昌敏、相馬光之、安原昭夫、横内陽子、瀬山春彦、田中 敦、吉永 淳
堀口敏宏、田辺 潔、柴田康行

— 地球環境研究グループ —

向井人史

— 地域環境研究グループ —

植弘崇嗣、白石寛明

<他機関>

安部喜也(国立公害研究所計測技術部：現東京農工大学)

岡本 拓(広島県環境センター)

故尾崎邦雄(新潟県衛生公害研究所)

門上希和夫(北九州市環境衛生研究所)

河野裕美(東海大学)

今 博幸(環境管理センター)

下地邦輝(沖縄県環境保健部)

白根義治(広島県環境センター)

神 和夫(北海道立衛生研究所)

杉森文夫(山科鳥類学研究所)

田中博之(遠洋水産研究所)

立川 涼(愛媛大学)

山岸達典(東京都衛生研究所)

John S. Edmonds(Western Australian Marine Research Laboratories)

目 次

I. 国立環境研究所におけるパイロットスペシメンバンキング	
a) はじめに	1
b) スペシメンバンキングの意義と備えるべき条件	2
c) 国立環境研究所におけるパイロットスペシメンバンキング	4
d) スペシメンバンキングの将来像	6
II. バンキングシステム	
a) 保存室、装置の構成と概要	10
b) 保存試料の保管管理体制	17
III. 主な長期保存試料	
a) 保存試料の選択について	29
b) 主な保存試料一覧	29
c) 保存試料の分析例 — 東京湾の有機すず汚染の歴史 —	35
IV. 保存性に関する情報	
a) 大気粉塵中の Benzo(a)pyrene の長期的な保存性	36
b) その他の物質の保存性	42
V. スペシメンバンキングを巡る国際動向	
a) はじめに	49
b) ドイツ	50
c) 米国	51
付録： 試料保存を望まれる方へ	54

I. 国立環境研究所におけるパイロットスペシメンバンキング

柴田康行（化学環境部）

植弘崇嗣（地域環境研究グループ）

森田昌敏（化学環境部）

a) はじめに

環境問題は、人間の社会経済活動による、我々を取り巻く地球環境への、とりわけ人間の直接的な生活基盤或いは人間の生命そのものへの（悪）影響としてとらえられる。中でも人間の作り出し、放出する、様々な化学物質による環境汚染は、発見と適切な処置が遅れると極めて深刻な事態をも引き起こしかねない重要な問題であり、その防御のために十分な防止・監視体制が必要である。

危険な物質が環境中に漏出するのをくい止めるためには、何よりもまず十分な事前防止策が取られるべきであり、実際現在行われている主な防止努力もこの段階に集中されている。しかしながら、毒性評価の手法的、時間的、或いはコスト的限界などから、人間が作り出す膨大な種類の化学物質の中である程度の毒性情報が得られているのはその一部にすぎないこと、また製造段階での副生成物、流通／使用／廃棄段階での非意図的生成物などにも危険性の高いものが含まれ得る（例えば漂白、焼却過程でのダイオキシン類の発生など）ことなどを考え合わせると、既存の情報をもとにした事前評価とモニタリングの組み合わせのみで十分な防止効果が得られるとは残念ながら考えられないのが現状であろう。

こうした既存の情報に基づく事前評価・監視体制へのバックアップシステムとして、環境試料を長期に保存しておき、汚染の新たな存在が明らかになった時点で過去に溯った分析を可能にする環境試料バンク（Environmental Specimen Banking: スペシメンバンキング）の概念が70年代に提唱され、数回の国際会議をへて80年頃から各国で具体的な取り組みが始まった。特に米国並びにドイツでは、予備的（パイロット）バンキング段階をへて、80年代半ばより本格的なバンキング活動が続けられている。国立環境研究所（当時国立公害研究所）においても、国際会議への参加等による各国研究者との意見・情報交換、以下に述べるような保存施設の建設、設置に引き続いて、昭和55年（1980年）から特別研究「環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究」の課題の一つ「環境試料の長期保存方法に関する研究」としてスペシメンバンキングに関する予備的研究が始まり、その後、特別研究、特別経常研究として現在まで活動が継続されている（表1参照）。また、文部省科学研究費補助金環境科学特別研究

「環境試料の保存とそれによる環境変化の解析法にかかわる研究」にも参加し、試料の保存法と各汚染物質の保存性に関する検討などを行ってきた。また、保存試料の分析による環境汚染の歴史的变化の復元に関する研究なども行われてきている。さらに、環境試料の保存についても、生物試料や大気粉塵試料などいくつかの試料について長期的な収集、保存を行ってきた。また、環境庁、地方自治体研究機関収集試料の長期保存も行われている。

この間の具体的な研究成果については、すでに特別研究報告¹⁻⁴⁾、科研費報告集^{5, 6)}、論文、或いは学会発表の会議録など⁷⁻¹¹⁾として一部出版されているが、本報告書では、15年間に渡る本研究所におけるスペシメンバンキング研究の概要をまとめ、以下に報告する。

表1 国立環境研究所におけるスペシメンバンキング関連研究の推移

1980-82年	特別研究	環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究 II. 環境試料の長期保存方法に関する研究
1983-87年	特別研究	バックグラウンド地域における環境汚染物質の長期モニタリング手法の研究
1988年	経常研究	環境試料の長期保存法に関する研究
1989年	奨励研究	スペシメンバンキングによる環境の時系列変化の保存並びに復元に関する研究
1990-94年	特別経常	スペシメンバンキングによる環境の時系列変化の保存並びに復元に関する研究

b) スペシメンバンキングの意義と備えるべき条件

すでに述べたように、環境試料の長期保存プログラムであるスペシメンバンキングの第1の目的は、過去にさかのぼった環境変化を読みとれる材料を将来に向けて保存していくことにある。序文とも重複するが、その意義をもう少し詳しく考えてみると、大きく以下の2つに整理できよう。

1) 新たな環境汚染の出現に気づいた時点で、過去にさかのぼって分析を行い、汚染の始まった時期や拡大の様子を明らかにし、緊急性の評価や対策立案に向けての判断材料を提供する。或いは汚染の影響と思われる現象を見つけた時点で、過去にさかのぼって

原因物質の探索を行うことを可能とする（気づいた時点で過去にさかのぼった分析を可能にし、緊急性の判断や原因の早期探求に役立てる）。

2) 分析法の進歩に伴い、過去に測れなかった（或いは正しく測れていなかったことが疑われる、ないし明らかとなった）汚染物質について、新しい統一された手法で、或いは同一機器・測定者による分析により、汚染の時間的変化をより正確に把握する（分析が可能になった時点で過去の濃度変化を知る、或いはより精度・正確度の高い分析を行い、環境動態研究や規制効果の評価などの基礎資料とする）。

ただし、ここで用いた分析という言葉は、重金属や有機汚染物質の測定機器による分析を意味するばかりでなく、汚染物質への暴露によって生物側に特異的に引き起こされる生化学的・生物学的反応など（例えば特定の酵素活性変化や蛋白質の誘導現象などのいわゆるバイオマーカー）定量的評価の可能な現象の計測一般を概念として含みうるものである。

以上のような目的を達成するためのバンキングシステムが具備すべき条件としては、以下のような項目があげられる。

- 1) 試料の代表性 目的とする環境を代表する試料であり、汚染物質の蓄積の様子なども基本的に分かっている、その分析から環境の質、その変化を議論できるものであること。採取試料について、後の解析に耐えられる十分な情報が記録されていること。
- 2) 試料の保存性 対象とする分析項目について、少なくとも数十年以上の長期に渡って十分安定な保存が可能である条件を備えること。
- 3) 十分な量の確保 繰り返し分析を行っても保存を継続できるだけの十分な試料量を保存すること。
- 4) バックアップ体制 長期の保存期間中に事故などで保存試料が失われたり、保存条件が確保できなくならないよう、十分なバックアップ体制を有すること。
- 5) 長期保存体制 数十年以上の長期に渡って継続することで意義の出てくる事業である以上、装置的にも、予算的にも、また人的資源の面からも無理のない、十分な体制を組んで取り組むこと。

スペシメンバンキングの本来の意義から言って、保存試料の選択や収集方法に関しては環境モニタリングの観点からの十分な検討が必要である。現実的には、長期に渡って実施している環境モニタリング事業と組み合わせ、モニタリングで収集した試料の一部を保存していくことが最も効果的な方法ではないかと考えられる。一方、現時点で注目されていて測れる物質・項目については、保存にまわすよりモニタリングの中で測定して

いく努力をすべきであろう。いずれにせよ、効果的な環境監視体制の構築の中で、ある程度長期的、広域的視野に立ったモニタリング事業と組み合わせる形でスペシメンバンキングを行っていくのが本来の姿ではないかと考えられ、事実米国、ドイツの先進的スペシメンバンキングはこの形態をとっている。上記のように、本研究所のバンキングも、環境モニタリングプログラムの1課題としてスタートしている。

保存性に関しては、化学物質の分析、生化学的項目の分析に関する限り、より低温で保存することが望ましい。特に生物試料の長期保存の場合、 -80 度（摂氏）以下の低温であることが必要と考えられている。また、一般に酸素や光を除いた条件の方が、化学物質の酸化等による化学変化を防ぐ意味で有利である。以上の観点から言うと、液体窒素を用いた保存法が現時点で最も理想に近い方法といえる。一方、形態学的、組織学的指標の保存を考えた場合は固体の形態的保存がむしろ重要な目的となり、ホルマリン保存など、違った観点からの保存方法も検討する必要がある。また、コストパフォーマンス、実行可能性なども現実には考慮しなければならない項目であり、分析項目ごとの保存性を考慮しながら優先条件を決めて、ある種の妥協の中で最適条件を見いだしていく努力が必要になる。

c) 国立環境研究所におけるパイロットスペシメンバンキング

上記のように、本研究所のスペシメンバンキングは欧米諸国とほぼ同時期に予備的検討（パイロットスペシメンバンキング）を開始し、いくつかの分析項目、保存試料について保存性試験などを行いながら今日に至っている。試料の収集・保存についてもすでに十年あまりの歴史を有しているが、保存法としては当初に設置された -20 度の冷凍室が相変わらず主力であり、科学的見地からみて長期保存に必ずしも十分とは言えない状態である。その意味では、いまだパイロットバンキングの段階を脱していないと言えよう。

上にまとめたスペシメンバンキングの目的、条件と比較しながら本研究所のパイロットスペシメンバンキングの主な特徴をまとめると、以下のようになる。

1) 保存条件 -20 度の冷凍室3室が主力であり、容量としてはかなりの長期に渡って保存事業の継続に耐えられる。

2) バックアップ体制 3室の内1室は故障時のバックアップ用として確保している。また、各室の冷凍機も2系統に完全に分離しており、1方が故障してももう1系統で冷凍保存を続けながら修理が可能である。

3) 保存試料の特徴 汚染の進んだ地域の試料については、主に地方自治体や環境庁のモニタリング事業の収集試料を保存し、研究所で収集・保存しているものはいわゆる

る汚染のバックグラウンド地域、すなわち採取場所周辺の局所的な汚染の影響を受けにくく（或いは周辺に局所的汚染源がなく）日本周辺の汚染のベースライン値を反映していると考えられる場所の試料が中心になっている。

4) 保存性試験 保存性に問題を残す状態で保存を開始している関係で、各種の化学物質についての保存性に関する情報を蓄積してきている。

5) 環境研究とのリンク 化学物質による環境汚染の監視に関わる研究を行っている研究者がスペシメンバンキングにも関わっており、新たな汚染物質や分析項目、注目すべきバイオマーカー、新しい分析法の開発などに関する情報をフィードバックしながら保存事業を進めることができる環境にある。

保存性に関しては、米国やドイツで行われている液体窒素雰囲気下（断熱容器の底に液体窒素を入れ、その上部の空間に試料を保存する。試料の場所によるが、 -145 度～ -190 度で窒素雰囲気下での保存が可能）での保存方法が現時点では最も理想に近く、事故さえ防げれば個々の物質について保存性を問題にすることなく半永久的に保存可能と考えられている。しかしながら、コスト的には高くつき、特に分析試料のようにある程度量が必要なものの保存には、かなりの覚悟が必要である。また、大地震などの万一の災害で施設が破損した場合のバックアップも難しい問題である。本研究所の保存体制はその対極にあると言え、コスト的な有利さ、バックアップの多様性と容易さ（2系列の冷凍機、予備の保存室、自家発電、冷凍車の借用或いは他の冷凍設備への預け入れの容易さ）については長期継続に向いているものの、保存性については多くの問題点を残している。特に生物試料などの場合、保存中に水分が蒸発して容器内の別の場所に凝集する現象が -20 度では顕著に見られ、保存中の化学的、生物的变化とともに後の分析にとって大きな問題となっている。本研究所の現在のスペシメンバンキング施設の場合、基本的には難分解性、難（不）揮発性、蓄積性で毒性のある物質（元素）の長期保存と乾燥重量ベースの分析を目標とせざるを得ないのが実情であろう。保存性、水分移動のいずれについても -80 度まで温度が下がればほぼ解消することがすでに明らかになっており、パイロット段階から欧米諸国のような本格的バンキングに移るためにはより低温での保存体制作りが今後の課題である。商業ベースの食品保冷庫などではすでに -50 度クラスの倉庫が日常的に使われており、技術的な問題は基本的にクリアされているものと考えられる。一方、こうした大がかりなバンキング体制は、本研究所ばかりでなく、日本国内の主要な環境モニタリング体制の中での位置づけを経て実施されていくのが理想であり、国内（化学物質）モニタリング体制の組織化と合わせて議論を進めていくことが重要と考えられる。

一方、収集保存試料については、本研究所で独自に収集しているものは、上記のように汚染のバックグラウンド地域のものが中心になっている。汚染のバックグラウンド地域とは、例えば離島（特に無人島）のように、その近傍に人為的汚染の大きな発生源と考えられるものがなく、そこでの汚染物質の濃度がかなり広い範囲（複数の県～複数の

国を含む大きさ)におけるベースライン濃度を反映していると考えられるような場所を言う¹¹⁾。南極におけるPCBの検出をあげるまでもなく、人為起源の化学物質は今や地球全体に広がっており、近くに汚染源が無いから濃度がゼロになるとは言えない状況にまで至っている。また、重金属類などはもともと天然にも存在しており、地質構造などに従ってその濃度が変化している。その上に被さる、人間活動にともなう様々な汚染物質の負荷量を明らかにするためには、近傍での局所的負荷が無い場合のベースライン値(上記のようにゼロにはならない)を明らかにする必要がある。また、ベースライン値そのものの年変化を追跡することで、国境を越えた地球環境問題のレベルでの汚染の進行を明らかにすることができよう。汚染の進んでいる人口密集地帯の監視は地方自治体の研究機関や大学などで行われており、国立の研究機関として取り組むべき課題として地球規模の環境汚染問題が取り上げられ、その具体的手がかりとしてバックグラウンド地域における汚染物質の長期変動の解明を目指して研究を開始したのが、上記の昭和55年からの特別研究「環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究」であった¹¹⁾。こうした経緯を反映し、その後、島根県隠岐における大気粉塵試料(大陸から飛来する汚染物質のモニタリング¹²⁾)や、離島を中心として採取された二枚貝試料(日本周辺の海洋汚染のバックグラウンドモニタリング¹³⁾)など、いわゆるバックグラウンド地域を中心とした環境試料の収集・保存を継続している。一方、環境庁が昭和53年から開始した化学物質全国調査において収集・分析した生物試料(鳥、魚、二枚貝など)、並びに東京都衛生研究所が昭和55年から行っている東京湾の環境モニタリングで収集・分析している試料(あさり、並びに海鳥)の一部等も保存しており、日本の代表的な人口密集地帯の保存試料として貴重な財産となっている。

d) スペシメンバンキングの将来像

化学分析の視点からすれば、最も理想に近い保存形態は、米国、ドイツのような液体窒素雰囲気下での保存システムといえよう。これらの施設では、試料の代表性、均一性、並びに前処理過程でのコンタミネーションを抑えるために、収集試料をクリーンルーム環境下で前処理し、凍結状態で粉碎、攪拌したあと一部を分析にまわし、残りを一定量ずつ保存するシステムをとっている¹⁴⁾。話を北半球に限れば、米国、ドイツのシステムをそれぞれ北米大陸、ヨーロッパを代表する試料の長期保存施設ととらえることができ、これらに相当する規模、規格のアジア地域の保存施設の設置が必要と考えられる。上記のように、モニタリング体制そのものも含めた形でのシステム化が重要であり、欧米と同一規格の保存庫だけ作っても、必ずしも有効な結果が得られるとは言えない。また、このような施設には多額の維持、運営費用がかかる。上記のように試料を均質化して保存試料数を減らすとともに、分析法の進歩を見越して量的にも減量化を図る(途中段階での減量もあり得よう)ことが大切であろう。一方、コストや運営面を重視して、電気式の冷凍保存設備でより低温に保存できるものを中心にしていく考え方もあろう。また、どの程度の規模の施設を作るにせよ、日本のような地震などの自然災害の起こりやすい地域では、1カ所にすべての施設を集中することは必ずしも好ましいとは言えない。既

存の施設なども有効利用しながら、分散ネットワーク体制のもとで運営していくことが望ましい保存のあり方のように思われる¹⁶⁾。

保存・分析項目に関しては、現在注目され測定できるものはむしろモニタリングの対象としてどんどん分析されることを考えると、基本的には現在想定していない物質を対象として保存しなければならないことになる。これは極めて難しい問題で、本研究所のように物質の種類によって保存性に問題があるような条件では、後に問題になった時点で分析しても意味がないという事態になりかねない。この意味からも、液体窒素雰囲気下保存のような、考えうる最善の保存条件を選ぶ意義がある。一方、汚染物質そのものの分析に加え、生物側の特異的な応答、例えば特定の代謝酵素の誘導や特定の遺伝子・蛋白質の誘導、形態異常などいわゆるバイオマーカーを指標として、特定の汚染物質への暴露を評価する試みが最近盛んになってきた。特に、環境汚染物質の中でもその影響の深刻さ、顕在化までの時間の長さとその間の汚染の拡大の恐れなどから重視される遺伝毒性（発ガン性、変異原性など）を示す物質が生体内で初期に形成する付加体（Adduct：汚染物質（及び代謝物）と遺伝子などとの共有結合体）の検出が、近年これらの物質への暴露指標として注目されており、今後こうした生体側の計測項目も増えてくるものと考えられる。生化学的な反応については、やはり液体窒素保存が最も望ましいと考えられ、例えばDNAだけを取り出して液体窒素雰囲気下に保存し、将来にそなえることも一つのあり方であろう。

スペシメンバンキングが環境モニタリングと密接な関連を持って行われ、かつ主として分析のための保存であることを考え合わせると、バンキング活動は実際に行われている環境モニタリングばかりでなく、新しい分析法の発展や分析精度管理のための研究とも密接なつながりを持って実施される必要があることは言うまでもない。国立環境研究所でスペシメンバンキングの主体運営部署となっている化学環境部では、米国スペシメンバンキングの実施機関であるNIST（National Institute of Standards and Technology）と同じく、分析法の開発や分析精度管理のための標準試料の作製にも携わっており、同様のことはドイツの研究機関についても言える。重要なことは、将来に備えた事業である以上、現時点での最先端の科学技術水準に立脚しながら、絶えず時代の動きに合わせて進展させていかなければ意義の薄れるものであり、ルーチンワークというよりは時代の先端科学技術に裏付けられた研究的色彩の強いものである、ということである。従って、先端的な研究活動を行っている部署、機関のサポートなしに効果的に実施することは難しいと言わざるを得ない。

スペシメンバンキングには、先にも記したように大きく2つの意義があると考えられる。モニタリングのバックアップと考えた場合、スペシメンバンキングはある種の保険とも考えることができる。現時点での情報、知識の蓄積をもとに最善と思われる汚染防止・監視体制をとりながら、その不完全さを認識し、将来のために試料を保存して、新たな汚染の存在に気づいた時点で過去にさかのぼった分析を可能にする。こうした意味では、本来一国の化学物質汚染対策の中で、一定の位置づけをもって行われるべき事業

と言える。一方、環境研究の側からもスペシメンバンキングは重要な役割を期待されている。化学物質の種類によって環境中の挙動は一般に大きく異なる。特に生物作用を受ける場合、しばしば予想外の挙動を示すことが多い。たとえ毒性の弱さ、或いは濃度の低さ等から社会・行政ニーズとしては注目度の低い物質であっても、その環境動態の詳細が明らかになることで、類似の一群の物質の挙動予測、ひいては汚染防止策の立案にとって重要な情報を与えてくれる場合も考えられる。この場合にも、その物質の環境動態解明の重要性に研究者が気づいた時点で過去にさかのぼった分析が可能になれば、将来的にも有用な情報を与えてくれるに違いない。また、過去に起こった環境汚染の事例を、現在の新しい分析手法、考え方のもとに見直すことで、将来の環境保全に役立てていくことも期待される。こうした面から考えた場合、現在の国立環境研究所のパイロットスペシメンバンキングにはそれなりに一定の寄与が期待できるものの、米国、ドイツとの比較を待つまでもなく、その限界もまた大きいと言わざるを得ない。国立環境研究所における15年間のパイロットスペシメンバンキングの経験が、次のステップへの足がかりとなることを期待する。

<文献>

- 1) 「環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究 昭和55、56年度特別研究報告」、国立公害研究所研究報告第36号、R-36-'82(1982)
- 2) 「環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究 昭和55~57年度特別研究総合報告」、R-58-'84(1984)
- 3) "Studies on the method for long term environmental monitoring", 国立公害研究所研究報告第58号(等79号)、R-79-'85(1985)
- 4) 「バックグラウンド地域における環境汚染物質の長期モニタリング手法の研究」国立公害研究所特別研究報告、SR-3-'89(1989)
- 5) 「環境試料の保存とそれを用いた環境変化の解析法に関する研究 中間報告」 「環境科学」研究報告集、B146-R12-17(1982)
- 6) 「環境試料の保存とそれを用いた環境変化の解析法に関する研究 (I) (II)」 「環境科学」研究報告集、B191-R12-18(1983)
- 7) Y. Ambe, in "Environmental Specimen Banking and Monitoring as Related to Banking", R.A. Lewis, N. Stein, C.W. Lewis eds., Martinus Nijhoff Publ., Boston, p.33 (1984)
- 8) Y. Ambe, in "International Review of Environmental Specimen Banking", S.A. Wise, R. Zeisler eds., NBS Special Publ., 706, p.22 (1985)
- 9) Y. Ambe, H. Mukai, K. Okamoto, in "Progress in Environmental Specimen Banking", S.A. Wise, R. Zeisler, G.M. Goldstein eds., NBS Special Publ., 740, p.108 (1988)
- 10) Y. Ambe, K. Okamoto, in "Specimen Banking", M. Rossbach, J.D. Schladot, P.

Ostapczuk eds., Springer-Verlag, Berlin, p.51 (1992)

- 11) Y. Ambe, *Sci. Total Environ.*, 139/140, 49 (1993)
- 12) 「バックグラウンド地域における環境汚染物質の長期モニタリング手法の研究 (II) 離島及び山岳地における大気汚染成分濃度とその変動」、国立公害研究所研究報告、R-123-'89(1989)
- 13) 「ムラサキイガイ等の二枚貝中に含まれる微量元素及び有機汚染物質」、国立公害研究所資料、F-8-'89(1989)
- 14) 例えば ; S.A. Wise, B.J. Koster, J.K. Langland, R. Zeisler, *Sci. Total Environ.*, 139/140, 1 (1993)
- 15) 「環境試料保存に関する調査報告書」 (財) 日本食品分析センター(1993)

II. バンキングシステム

a) 保存室、装置の構成と概要

吉永 淳（化学環境部）

試料の性状、保存性を考慮し、スペシメンバンキングでは、いくつかの異なる施設、設備を利用している（表2）。すべての施設、設備は国立環境研究所の共同利用棟1Fに集中している（図1）。これら施設の設置は昭和54年度で、その後一部は平成4年度に改修したものである。+20、+4、-20°Cの保存室（図1、1～5）は作り付けの施設であるが、そのほかの冷凍庫、液体窒素ジャーなどはすべて、低温器材室（図1、8）にまとめて設置してある。これら保存のための施設、設備と、+20、+4、-20°Cの施設の室温をモニターするための記録室（図1、7）とが、スペシメンバンキングの試料保存のためのシステムといえることができる。以下に個々の施設、設備の概略を述べる。

表2 スペシメンバンキングに用いられている施設・設備

温度	容 量	備 考
+20	66.1 m ³	恒温室。冷却機+ヒーター（2kW）
+4	73.4 m ³	恒温室。冷却機+ヒーター（0.5kW）
-20	141, 159, 170 m ³	低温室（3室）。冷却機各室2台
-80	350 L 及び 300 L	冷凍庫。CO ₂ バックアップ°
-115	300 L	冷凍庫（現在-80°Cにて運転）。CO ₂ バックアップ°
-196	35 L × 2	液体窒素ジャー。定期的な液体窒素の補給要

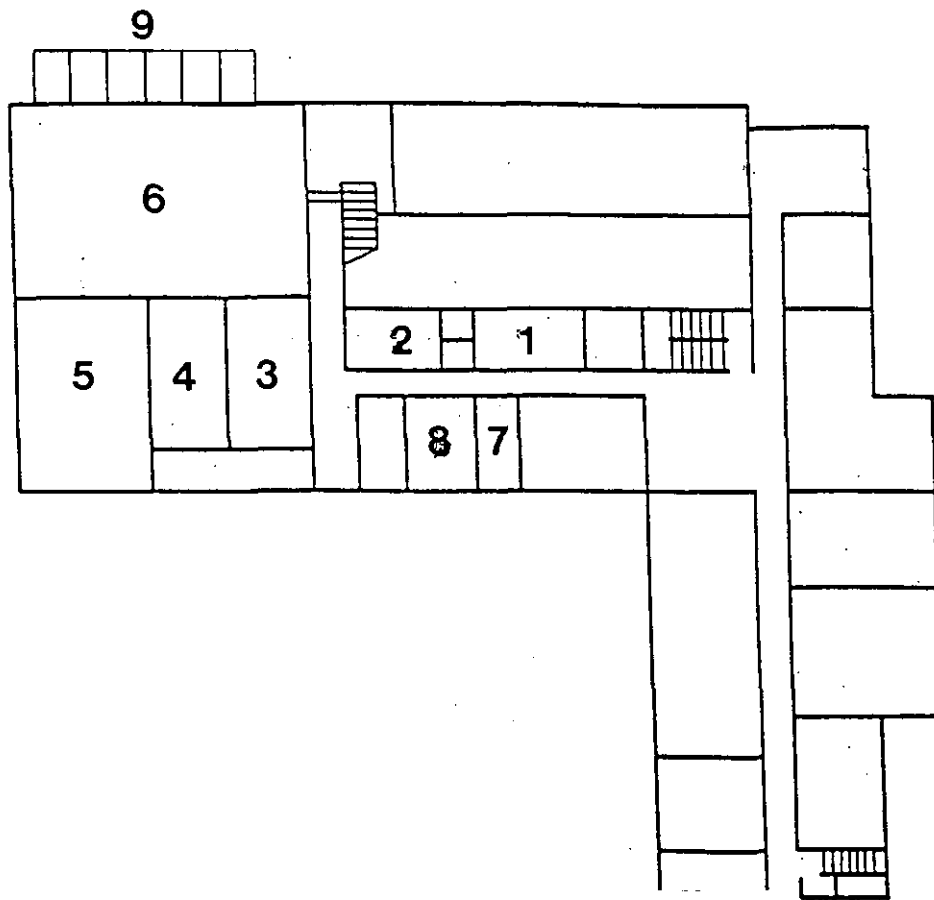


図1 共同利用棟 1F スペシメンバンキングで利用している施設など

1. +20°C 恒温室 2. +4°C 恒温室 3-5. -20°C 低温室 6. 機械室 7. 記録室
 8. 低温器材室 9. -20°C 低温室用冷凍機 (室外)

1)+20°C恒温室

この室は、いわゆる「室温」での保存が最適である試料（たとえば毛髪）の保存用に用いられる。床面積24.5m²、容積66.1m³の施設である。直膨冷却コイル方式の冷却機（冷却能力：9,000kcal/hr）と、2kWの加熱ヒーターにより外気を冷却/加熱して室温+20±1°Cを維持する。徐湿は固形吸収剤（シリカゲル）を用いる乾式徐湿方式で、湿度40%以下を維持する。

2)+4°C恒温室

この室は長期保存のために低温を必要とするが、凍結は避けねばならない試料（たとえば環境水）用である。床面積27.2m²、容積73.4m³の施設である。冷却方式、徐湿方式は+20°C恒温室とまったく同様であるが、冷凍機の冷却能力は18,270kcal/hr、加熱ヒーターは0.5kWで、室温+4°Cを維持している。

3)-20°C低温室

-20°C低温室は、スペシメンバンキングで利用している主要な設備である。床面積47m²、容積141m³の室が1、床面積53m²、容積159m³の室が1、床面積57m²、容積170m³の室が1、の計3室（総容積470m³）からなる。各室にはそれぞれ2基ずつの天井つり下げ式ユニットクーラーが設置され、それぞれのユニットクーラーは、室外におかれた6台の冷凍機と冷媒（R22）配管により1対1対応でつながっている。冷凍機により冷却された冷媒はユニットクーラーに送られ、そこで室内空気との熱交換を行い、また冷凍機に戻る。ユニットクーラー1基あたりの冷却能力は、18,380kcal/hrである。この冷却システムにより、室内温度は-20±1°Cに保たれている。

このシステムは、平成4年度に更新されたもので、それ以前は、外気をとり込み、冷却して室内に送り込む方式であった。旧システムの最大の欠点は「外気を取り込む」ことにあり、これにより外気中の水蒸気が冷却コイルに結霜し、霜とり機能は装備しているものの、メンテナンスに多大の労力が必要なことであった。更新後の新システムでは、室の扉の開閉以外に外気が室内に流入することのない方式である。それでも試料からの水分の蒸発、扉の開閉にともなう外気の流入により、ユニットクーラーの冷却コイルに結霜の可能性があるために、自動霜とり機能（デフロスター）は装備している。

結霜の問題はクリアできるが、新システムではあらたな問題点として、室内酸素が不足する場合が起こりうるということが考えられた。低温庫内で試料の整理等の作業に長時間従事することもままあるために、これはきわめて危険である。そこで、冷却システムの更新にともない、各室内の酸素濃度をモニターし、危険が生じる前にアラームにより作業者に知らせるシステムを導入した。

冷凍機等の故障に備えるバックアップは、重要な問題である。-20°C保存庫の場合、常に空の1室を予備室として-20°Cに冷却しておき、万一試料の保存されている室の冷却シ

システムに故障が起こった場合にも、中の試料をすぐに予備室へ移動できるように備えている。故障が判明してから空の室を冷却しはじめるのでは、 -20°C に下がるまでに1日近くかかり、貴重な試料がダメージを受ける可能性があるからである。このようなバックアップ体制の問題は試料の数がふえ、3室すべてに試料がはいり、予備室がなくなった場合である。この問題の解決には、資源に限りがある以上、運営面で対処するしか方法がない。

4)- 80°C 冷凍庫

試料中に含まれる成分を安定に長期保存するために、試料／成分によっては -20°C では不十分な場合がある。生体中のある種の成分がその例である。 -80°C での保存のために、市販のディープフリーザーを2台（容量350L及び300L）使用している。庫内温度モニターを装備し、温度が上がりすぎた場合にはアラームで知らせると同時に、二酸化炭素による冷却バックアップが行われる。

5)- 115°C 冷凍庫

生体中のある種の成分を安定に長期保存するために、容量300Lの市販のディープフリーザー1台を用いている。1台あたり4基のコンプレッサーを装備する特注品で、性能上は -115°C での連続運転が可能であるが、装置の老朽化とともにそれが困難になってきている。現在は余裕をもたせて -80°C で運転している。冷却バックアップシステムは -80°C 冷凍庫と同様である。

6)- 196°C 液体窒素ジャー

きわめて不安定な生体中の成分を長期保存するために用いている。保温力の高い、市販の大型液体窒素ジャー（35L）である。この温度では、ほとんど全ての成分を安定に長期保存できるが、蒸発により液体窒素が徐々に失われるので、人力で定期的に補給する必要があり、長期的に維持して行くのは容易ではない。また、容量に限界があり、試料を大量に保存するには不向きである。

7)記録室

$+20$ 、 $+4^{\circ}\text{C}$ 恒温室及び外気の温度、露点温度、また -20°C 低温庫内の温度を24時間連続して記録している。試料登録のためのデータ処理システムも設置されている。



写真1 +20°C 恒温室の内部



写真2 -20°C 低温室の内部

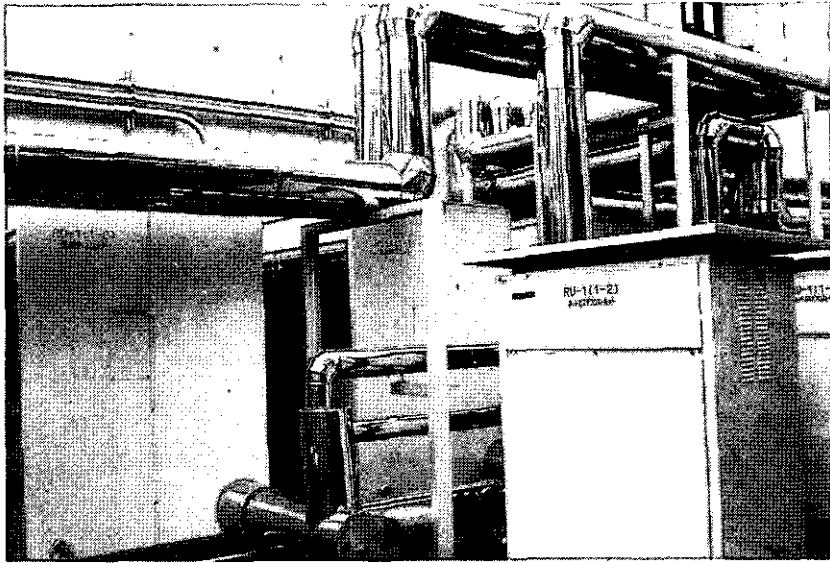


写真3 -20℃低温庫用冷凍機及びデフロスター本体(屋外)

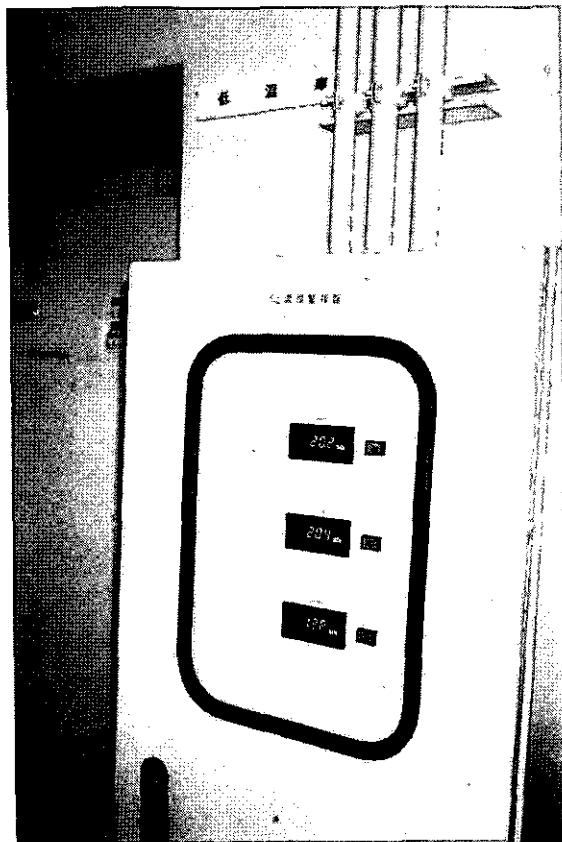


写真4 -20℃低温庫用酸素濃度モニター

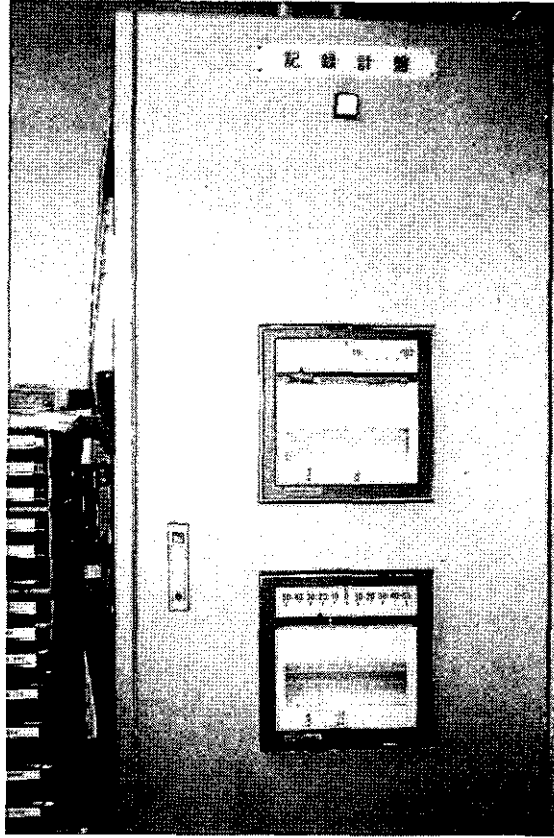


写真5 恒温室、低温室の室温モニター(記録室)

b) 保存試料の保管管理体制

田中 敦 (化学環境部)

昭和55～57年度にかけて実施された「環境試料による汚染の長期的モニタリング手法に関する研究」において、環境試料の長期保存研究を目的として国立環境研究所(当時、国立公害研究所)に試料庫が設置された。同時に、保存試料の履歴や保存状態等の記録に関するデータベースが作られることとなった。

本節では、試料庫開設当初から現在に至るデータベースの変遷を概観するとともに、試料庫内の試料を管理する立場から保存試料の保管管理体制に関する現状について述べる。

1) 試料庫データベースと管理体制の変遷

試料庫のバンキング試料をデータベース化する試みは、環境試料の長期保存方法に関する研究の一部として試料庫の建設と時期を同じくして開始された。初期のものは、米国 Apple Computer Inc., Apple II plus(A2S1016)をメインのコンピュータとし、同機種にパッケージされていたDATA BASE IIで運用された。当時のコンピュータの性能による制限から、データベースにはいくつかの制約がかかっていた。その特徴は、以下のようである。

① 検体単位でレコードが記録される

② 各レコードは、80文字の英数字からなる

③ 試料の種類によって独立したファイルからなり、記録される情報はファイルごとに異なっている。ファイルは、毛髪、魚類、貝類、鳥類、植物、底質土壌、大気粉じんに関するものが作成された。

表3に貝類、毛髪および底質ファイルの一部を例として示した。1レコード80バイトの容量制限があるため、多くの情報はコード化された記号あるいは略称によって記述されている。表3のx項に保存温度が記述されていることからわかるように、初期のデータベースは、 -20°C の保存庫のみならず、それ以外の温度での保存試料を含んだものであった。また、q、r項に見られる毛髪提供者の飲酒、喫煙習慣の記載のように、後年、分析値を解析する上での基礎データを含んでおり、研究的側面の強いものであった。

表3に示したような各データベースファイルの構造を決める際には、利用者自身が意見を提出し、コード体系を決定していた。そのため、保存実験に必要な情報を盛り込むことが可能ではあったが、一方、ファイル相互の統一は不可能であり、他のデータベースへの変換、拡張は困難であった。また、保存試料を登録する際には、登録者自らが採取地等をコード化しており、管理者と利用者の区分が未分化の状態であった。したがって、登録者はデータベースを熟知したものに限られており、できあがったデータベース

ファイル：SHELLFISH

0	10	20	30	40	50	60	70	80
78015	MURASAKIIGAI	Y9781111	'52128	KURIHAMA	#	*0088	@061X22X18	"J.F.R.L
78023	MURASAKIIGAI	Y9781201	'52112	YAMADAWAN	#	*0486	@085X46X30	"J.F.R.L
78024	MURASAKIIGAI	Y9781201	'52112	YAMADAWAN	#	*0545	@086X48X32	"J.F.R.L
a	b	c	d	e	f	g	h	i

ファイル：HAIR

0	10	20	30	40	50	60	70	80
01003	SHIBATA YASUYUKI	'52122	=956 >	'28 #5	Y9821207	"1 @0	*0 &	+0
01010	OKAMOTO KENSAKU	'52122	=956 >	'35 #5	Y9821207	"4 @0	*0 &	+0
01011	MORITA WASATOSHI	'52122	=956 >	'35 #5	Y9821207	"1 @0	*0 &	+0
a	b	d	j	k	l	m	c	n
								o
								p
								q
								r
								s

ファイル：SEDIMENT

0	10	20	30	40	50	60	70	80
007	Y9810126	'52122	N3602	E14025	KASUMIGAURA	-9	M1 C1 P2 B1 T1	V0500X001
008	Y9810126	'52122	N3602	E14025	KASUMIGAURA	-9	M1 C1 P2 B1 T3	V0250X002
009	Y9810319	'52151	N3528	E13835	MOTOSUKO		M1 C1 P2 B1 T1	V0500X001
a	c	d	t	e		u	v	w
								x
								y

a: 試料番号 b: 試料名 c: 採取年月日 d: 国名(県名) e: 地点名 f: 深度 g: 体重 h: 体長
 i: 採取者 j: 人種 k: 性 l: 年齢 m: 職業 n: 毛色 o: パーマ p: 染毛 q: 飲酒 r: 喫煙 s: 特記
 t: 採取地点(緯度経度) u: 採取法 v: 処理法 w: 保存容器 x: 保存温度 y: 保存容量

表3 初期のデータベースの打ち出し例

a-yは、各項目の表す内容。それぞれのコードが持つ意味に関しては、記載を省略した。

の可読性が悪いため、利用者も限られていた。さらに、既存ファイルとは異なったタイプの試料の処理を想定していないため、試料庫に収められている全試料をデータベース化することができなかった。

このように、最初のデータベースは、試料本意に作られたデータベースであったため、部外者が試料を利用する、あるいは、その試料の管理する上で必要な情報は欠けていたと言える。

その後、試料庫には、いわゆるバンキング計画に基づいた保存試料と現在進められている研究課題に対応して保存する試料とが混在するようになり、初期のデータベースで対応できる範囲を大きくはずれたものとなってきた。また、パーソナルコンピュータの普及に伴い、国産コンピュータと市販のデータベースの組み合わせでシステムを作り上げられるようになったため、データベースを全面改訂した。

第2期のデータベースは、利用者へのデータ形式に関する制限を可能な限りはずし、初期のデータベースに欠けていた試料管理の側面を加えたものとした。データベース化するのは、最も試料数の多い -20°C の保存庫3室に限ることとした。試料の入出力を管理する目的で、試料単位でのレコード化を改め、試料を保存するコンテナ単位でレコードを扱うことにした。その結果、管理者側が、登録者の貼ったラベルの有無にかかわらず、試料番号の書かれたラベルを発給し、コンテナに貼付することとした。このころには、汎用のパーソナルコンピュータが普及してきており、ユーザーが操作する上での利便考え、市販のデータベースソフトウェア（米国アシュトン・テイト社、dBASE III PLUS）を採用した。第1期から第2期への移行にあたって、データの変換による移植は試みず、重要な試料に関しては、個別にデータの再入力を行った。第1期と同様な観点から比較すると、第2期のデータベースの特長は以下のようになる。

①コンテナ単位でレコードが記録される。試料番号はコンテナに与えられる。

コンテナ内の試料も同一試料番号の枝番で記載される。

②レコードは、固定長だが、変更は可能。

③全試料が一つのファイルからなる。

試料の性質が異なっても記録される情報は同じ。

④管理者が試料番号を記載したラベルを発給。

①の例として、初期のデータベースで記録していた個々の毛髪提供者に関する情報は記載せず、毛髪試料を収めたコンテナとして管理することとした。ただし、個別の情報が管理者に報告された際には、枝番レコードとして個別データを記載する。

第2期のデータベースは、初期のものに比べ、圧倒的に活用性が増したが、構造上の制約から、文字数を意識することなく試料採取地などの項目を登録者が自由に記載することは許されなかった。この方式で、大多数の試料が処理されていたが、その後、1990年に国立環境研究所が機構改革し、試料の登録者の部署名が完全に変わることとなった。さらに、随時行われる試料の出し入れや、年1回程度定期的に行わねばならなかった冷凍庫のメンテナンスとそれに伴う試料の室間移動により、試料の現状把握や出入庫を管理することは困難となった。1993年、 -20°C 保存庫の冷凍機交換の際には、

全試料の詰め替え、移動を行った。この機会に、第2期に導入したコンテナ単位での試料管理の考えをさらに徹底することとした。

その内容は、コンテナは規格の形式のものを使用することとし、試料庫の棚の大きさもそのコンテナに対応するものに改造する。さらに、試料コンテナの位置情報の管理にバーコードを用い、データベースもそれにあわせて変更するというものである。

バーコードを使用したデータベースおよび在庫管理システムは、スーパーマーケットの販売時点情報管理システム（POS）や図書館の図書貸借管理システムなど専門のものが存在し、それを利用すれば、試料の入出庫の記録や、場合によっては試料の格納・取り出しまで自動化するシステムを構築することさえ可能である。しかし、システムの敷設に必要な予算は膨大なものとなり、常時試料の入出庫を監視する人員を要するため、そのようなシステムを導入することは非現実的である。試料庫がゲート化されていない現状では、入出庫時の在庫管理をあきらめ、定期的な在庫調査をおこなうにとどめた。その際、 -20°C の低温下で数百個の試料の位置調査に係わる負担を軽減し、かつ正確さを維持するために必要かつ十分なバーコードシステムを導入することとした。そのためには、専門的なソフトウェアを使用せず、データベース自身が、バーコードを印刷、読みとりできるものが望ましい。

現在使用しているデータベースは、管理工学研究所、桐（Ver.5）である。市販品をそのまま使用しているため、細部の不便な点は残っているが、バーコードの印刷機能は十分なものである。問題点としては、ほぼすべての操作が、日本語表示、日本語入力のため、日本語を理解しないユーザーの利用が制限され、また、外国とのデータ交換に支障があることが挙げられる。専門化したものを採用した場合でもデータ交換の問題、アップグレードの問題があるため、市販データベースの採用は、一般ユーザーが予備知識なしで利用できる点ですぐれていると考える。今回のデータベースの変更に際しては、データ変換により大部分のデータを移行することができた。現在のシステムの特長は以下の通りである。

①コンテナ単位でレコードが記録される。試料番号はコンテナに与えられる。

コンテナ内の試料も同一試料番号の枝番で記載される。

②レコード長を意識する必要はない。

③全試料が一つのファイルからなる。

試料の性質が異なっても記録される情報は同じ。

④管理者が試料番号のバーコードを含むラベルを発給。

定期的な試料位置の確認を実施。

現状では、“桐”によって、保存試料、棚の占有状況のデータベース化、バーコードを含む各ラベル、帳簿の印字を行っている。

以上が、試料庫開設時から現在までのデータベースの変遷である。

2) バーコードによる試料管理

POSの普及に伴い、多くの商品にバーコードが印刷されるようになり、バーコードを利用した在庫管理は身近なものとなっている。現在使用されているバーコードは、主としてJAN、CODE 39、CODABAR (NW-7)の3種類と、さらに、物流管理のために梱包に記される標準物流シンボルが挙げられる。JAN (ジャパニーズアーティクルナンバー)は、最も歴史の古いUPC (Universal Product Code)を基礎として制定されたEAN (International Article Numbering Association)コードの一種であり、JIS X 0501として制度化されてる。

JANコードは、数字のみを表現するもので、固定長 (通常は8ないし13桁)となっている。最後の1桁は、誤読を防ぐためのチェックデジットとなっている。主として小売用に使用されており、最初の2桁が国コード (日本は49)、以下5桁が商品メーカーコード、次の5桁が商品アイテムコード、最後の1桁がチェックデジットとなっている (13桁の場合)。同一番号を持たないよう、商品メーカーコードは登録制になっている。したがって、所内でこのコードを使用しようとする場合には、国番号の部分を20~29 (インストア用)として他の商品類との番号の重複を避けねばならない。CODE 39は、産業、医用等に利用されており、英数字と若干の記号を含む43文字が表現でき、任意の文字数を表記できる。表現できる文字数が多いため、1文字を表わすのに必要な長さが他のコードに比べて長いのが欠点とも言える。NW-7は、数字と数種の文字の合わせて16文字を表現でき、記述のルールが単純であることから高い印刷精度を要求しない特徴を持つ。血液銀行、図書館、宅配便の伝票類に使用されている。以上3種のバーコードを用いて同じ情報 (234567890123)を表現したものが図2である。同じ情報を表現するのに必要な長さが、それぞれのバーコード体系で異なっている。また、バーコードの下部には通常、その文字表記が付加されており、CODE 39では*が、スタート、ストップを表す記号で、NW-7ではa (bcd等も同等)がスタート、ストップ記号である。

以上述べた方式それぞれに得失があるが、数字だけしか表現できない方法や、固定長の方法では、盛り込める情報が限られ、拡張性に乏しいと思われる。そこで、試料庫の在庫管理には、CODE 39を使用することとした。誤読率を低下させるためには、チェックデジット付きのものが望ましいが、バーコードスキャナー側の制約から現段階ではチェックデジットなしのCODE 39を使用している。

バーコードを用いた在庫管理の流れは、次のようである。

- ① 試料庫の各棚には棚位置を示すバーコードを貼付する。
 - ② 試料コンテナの各面にバーコードの書かれたラベル (図3)を貼付する。
 - ③ 在庫調査の際、棚とコンテナのバーを読むことで、各棚に収められているコンテナの情報を得る。
 - ④ その情報をもとに、データベース中の棚位置データを更新する。
- さらに、前回の調査から減ったもの (出庫中、あるいは廃棄) や増加 (未登録試料) に関する情報を得て、関係者に連絡照会する。
- ⑤ 在庫調査情報をもとに各棚の試料占有状況に関するデータベースを更新し、新規



図 2 バーコードのコード体系による同一情報の表示形式の違い
 左から、JAN、CODE 39、NW-7 で 234567890123 を表記した。

海産巻貝類 (バイ, エッチ
 ュウバイ, アカニシ)

化学 動態化学 堀口敏宏



発行: 95/01/06 標位置: 416C / まで

図 3 コンテナに貼付するラベルの例 (実寸 99 x 71 mm)

試料を登録する際の空き位置検索に役立てる。

①棚板の数は、保存庫ごとに異なるが、平均して各室、約100個の棚板があり、標準サイズのコンテナが500個程度保存できる。

各棚の位置と名称を、図4に示した。

ここで言う標準コンテナは、ポリプロピレン製で、大きさは、外寸(652 x 519 x 378 mm)のものである。この他に、薄型のものや大型試料を保存するための容器など数種類の容器に限って使用を認めている。貼付するラベルは、冷蔵用のもの(新王子製紙製、上紙 冷食のり NA70 C-50 G70W)を選定した。ラベルは、表面を保護することで、汚損を防ぐことができるため、棚板には、シーラー(明光商会、MSパウチ)で保護したバーコードラベルが固定されている。ただし、シールの張力によりコンテナとの接着に支障があるため、試料用のラベルには表面処理を施さない。

②の作業は、管理者の発給したラベルを登録者が貼付することでを行い、③~④の作業は管理者が定期的に行う。その際の、操作性を確保するために、なるべく軽量で作業しやすい装置構成を取る必要がある。

バーコードを用いた在庫調査に必要な装置構成は以下の通りである。

バーコードの読みとり：レーザースキャナー LS-8500 (富士電機冷機)

デコードコントローラ LL-320 (富士電気冷機)

AC駆動用をバッテリー駆動用に改造した。

読みとりデータの処理：ノート型パーソナルコンピュータ PC486PT1 (セイコーエプソン)

デコードコントローラとは、RS232Cで接続。

レーザースキャナーは、低温用(カタログ上-18℃まで使用が可能)であるため-20℃の使用に耐えている。コンピュータ類は低温での液晶表示、バッテリーの消耗の点で問題があるため、レーザースキャナー以外の機器類は、保温容器に収めた上で在庫調査の作業を行うこととしている。保温容器を含めた機器類の総重量は5kgであり、現在保管されているコンテナの在庫調査にかかる時間を、1時間に短縮することができた。これは、-20℃の環境下で成人男性が作業する際に受容できる範囲内であろう。

第3室
棚数 109
収納数 539個

520E	521E	522E	523E	524E	525E	526E	527E	528E
520C	521C	522C	523C	524C	525C	526C	527C	528C
520B	521B	522B	523B	524B	525B	526B	527B	528B
520A	521A	522A	523A	524A	525A	526A	527A	528A

A, B, C: 標準コンテナ各6個収納できる
E: 標準コンテナ3個収納できる
: 冷却パイプのため、半量収納できる
5段の要則的な棚が2カ所ある

500

	515E	516E	517E		518E	
514C	515C	516C	517C		518C	519C
514B	515B	516B	517B		518B	519B
514A	515A	516A	517A		518A	519A
	509E	510E	511E		512E	
508C	509C	510C	511C		512C	513C
508B	509B	510B	511B		512B	513B
508A	509A	510A	511A		512A	513A

第2室
棚数 100
収納数 522個

501E	502E		503E	504E	505E	506E	507E
501C	502C		503C	504C	505C	506C	507C
501B	502B		503B	504B	505B	506B	507B
501A	502A		503A	504A	505A	506A	507A
420E	421E		422E	423E	424E	425E	426E
420C	421C		422C	423C	424C	425C	426C
420B	421B		422B	423B	424B	425B	426B
420A	421A		422A	423A	424A	425A	426A

400

	415E	416E	417E	418E	
414C	415C	416C	417C	418C	419C
414B	415B	416B	417B	418B	419B
414A	415A	416A	417A	418A	419A
	409E	410E	411E	412E	
408C	409C	410C	411C	412C	413C
408B	409B	410B	411B	412B	413B
408A	409A	410A	411A	412A	413A

第1室
棚数 97
収納数 492個

401E	402E		403E	404E	405E	406E	407E
401C	402C		403C	404C	405C	406C	407C
401B	402B		403B	404B	405B	406B	407B
401A	402A		403A	404A	405A	406A	407A
319E	320E		321E	322E	323E	324E	325E
319C	320C		321C	322C	323C	324C	325C
319B	320B		321B	322B	323B	324B	325B
319A	320A		321A	322A	323A	324A	325A

300

	315E	316E		317E	
314C	315C	316C		317C	318C
314B	315B	316B		317B	318B
314A	315A	316A		317A	318A
	310E	311E		312E	
309C	310C	311C		312C	313C
309B	310B	311B		312B	313B
309A	310A	311A		312A	313A

301E	302E	303E	304E	305E	306E	307E	308E
301C	302C	303C	304C	305C	306C	307C	308C
301B	302B	303B	304B	305B	306B	307B	308B
301A	302A	303A	304A	305A	306A	307A	308A

図4 -20℃試料庫の棚位置図

各室300、400、500番台の棚があり、各棚は、下の段からA、B、C、D、Eとしている。冷却パイプ（ハッチ部）や冷凍機が設置されているため、大部分の棚は4段からなる。

c) 保存試料の登録システム

II-b) に述べたように、試料庫への試料登録システムは、初期のコード化したデータから、次第に、自由記述型の形へ移行してきた。それにともない、使用しているデータベースも市販の汎用製品に移行した。

本節では、利用者から見た試料庫の登録システムとデータベースの利用に関する情報を述べる。具体的な保存試料を登録する際の手続きに関しては、“付録．試料保存を望まれる方へ”を参照されたい。

20°C, 5°C, -20°C, -80°Cの各保存温度の試料庫の内、主体となる-20°Cの保存庫に関しては、試料を保存するに際して登録が義務づけられている。その他の温度に関しては、所内にも同等の設備がある(20°C, 5°C)ことや容量が小さい(-80°C)ことから、現段階では、特別の登録制を設けていない。したがって、利用者は、一時に大量の試料を持ち込んで他の利用者の障害とならない限り、自由に試料を保存することができる。ただし、-20°C保存庫で運用を開始したバーコードによる試料管理方法が、そのまま、他の温度の保存庫でも利用できるため、将来的には登録制を取り入れる可能性はある。

先に述べたように-20°C保存庫に関しては、全試料をデータベース化しているため、保存性の有無にかかわらず、試料庫に試料を持ち込む際、あるいは、その試料に異動がある際には、管理者にその旨を知らせることになっている。管理者は、報告をもとに、試料の形状などの情報や、管理に必要な試料の保存位置、サイズなどの情報を更新する。

試料の登録、異動ともに同一の用紙を利用している。図5に記入済みの登録用紙を掲載した。この形式で帳簿に保存される。利用者は登録にあたり、この用紙に必要事項を記入し、管理者に提出する。登録用紙中の、試料名、採取地、備考などに関しては、字数等の制限を設けず自由記述できる。管理者は、登録用紙に記入された情報を入力するとともにデータベースを検索して、試料を保存すべき位置と試料番号を決定する。そして、保存試料を収める保存容器とその容器に貼付するラベルを利用者に発給する。利用者は、ラベルを貼付の後、指定された位置に試料を保存する。試料の異動の際も、ほぼ同様の流れで処理される。

かりに、保管者へ連絡することなく試料を持ち込むことがあると、試料庫の空き情報の信用性が損なわれ、ラベルのない試料はバーコード管理できないため、バーコードによる管理システムそのものが破綻することになる。

登録情報を閲覧する際には、試料記録室に常備している帳簿を繰るか、同室に設置してあるパーソナルコンピュータを立ちあげ、データベースを検索することとなる。帳簿には、図5と同一形式の打ち出しが保存責任者ごとに綴じられている。試料庫保存試料データベースは、試料記録室に設置してあるパーソナルコンピュータ(日本電気、PC9821As)を立ちあげると自動的に表示される。使用しているデータベースは、日本語データベース 桐(管理工学研究所、Ver.5)である。データベースの使用法などの手引きは、試料記録室に常備してある。

図6に、保存試料データベースを立ちあげ、カード形式で表示した例を示した。この画面は、図5に示したものと同一のレコードである。図6のような、カード形式での表

試料番号	20026	試料位置	416C
試料名	海産巻貝類 (バイ, エッチュウバイ, アカニシ)		
管理部室	化学 動態化学		
責任者	堀口敏宏	保存形状	標準
試料形状	地点毎・種毎にビニール袋, 生物としての原形あり		
採取地	鳥取・淀江・青谷沖, 三重・鳥羽		
採取日	9106, 9107, 9108		
保存開始	91/ 7/	保存終了予定	/
備考	氷冷して運搬, 凍結保存		

試料位置は95/01/06現在のもの

● 管理部室: 33 容量: 1

図 5 試料帳簿の印字例
登録用紙もこのフォームを使用している。

試料番号	20026.00	試料位置	416C
試料名	海産巻貝類 (バイ, エッチュウバイ, アカニシ)		
管理部室	化学 動態化学		責任者 堀口敏宏
試料形状	地点毎・種毎にビニール袋, 生物としての原形あり		
採取地	鳥取・淀江・青谷沖, 三重・鳥羽		
採取日	9106, 9107, 9108		
保存開始	91 7	保存終了	
備考	氷冷して運搬, 凍結保存		

図 6 試料データベースのカード形式画面表示の印字例
実際の画面表示もこれに準じたものである。

保存試料.TBL 95年 1月23日 15:00

試料番号	試料名	数量	責任者	所属	容器
10154	3 環境庁S56-6 神奈川ムラサキイガイ			試料庫	
10171	2 環境庁S55-5 ムラサキイガイ			試料庫	
10172	1 環境庁S55-6 岩手ムラサキイガイ			試料庫	
10177	2 環境庁S57-16 石川ムラサキイガイ			試料庫	
10185	2 環境庁S57-14, 15 神奈川ムラサキイガイ			試料庫	
10188	2 環境庁S58-2 岩手ムラサキイガイ			試料庫	
10189	6 環境庁S57-11, 12, 13 岩手ムラサキイガイ			試料庫	
10191	1 環境庁S58-5 神奈川ムラサキイガイ			試料庫	
10192	2 環境庁S58-6 石川ムラサキイガイ			試料庫	
10193	1 環境庁S59-1 岩手ムラサキイガイ			試料庫	
10197	1 環境庁S59-5 神奈川ムラサキイガイ			試料庫	
10198	1 環境庁S59-6 石川ムラサキイガイ			試料庫	
10301	ムラサキイガイ Co-60放射線 永久保存用	415C	堀口敏宏	化学 動態化学	標準
10331	3 貝 ムラサキイガイ (函館)		森田昌敏	化学 部長	標準
10339	貝 ムラサキイガイ大2袋	509C	森田昌敏	化学 部長	標準
10346	1 貝 ムラサキイガイ, オキアミ(85-9-1), わたりがに, したか		森田昌敏	化学 部長	
10346	2 貝 ムラサキイガイ, ムラサキイガイ, オハログキ, ヒメシッコ		森田昌敏	化学 部長	
10368	シャコ ムラサキイガイなど	518A	森田昌敏	化学 部長	平型
10388	貝 ムラサキイガイ他	523A	森田昌敏	化学 部長	標準
10389	貝 オハログキ, ムラサキイガイ, ムラサキイガイ (殻付)	512A	森田昌敏	化学 部長	標準
10389	1 貝 オハログキ, ムラサキイガイ, ムラサキイガイ		森田昌敏	化学 部長	
10389	2 貝 ムラサキイガイ (殻付)		森田昌敏	化学 部長	
10412	'89 環境保存試料 ムラサキイガイ ネタ	511C	森田昌敏	化学 部長	標準
20138	2 新潟県佐渡郡 ムラサキイガイ		森田昌敏	化学 部長	
30066	10368: シャコ ムラサキイガイなど	406C	森田昌敏	化学 部長	標準

表 4

試料データベースの検索結果の例

試料名に“ムラサキイガイ”を含むレコードを一覧表形式で印字した。

示と一覧表形式の表示とを切り替えることが可能である。表4には、試料名中に「ムラサキイガイ」を含む項目を検索し、一覧表形式に表示、印刷したものを示した。文字型の項目に関しては、この例のような部分一致検索が可能であり、すべての項目に関して大小比較、論理和、論理積などを用いた検索が可能である。試料を取り出す際には、目的とする試料を試料名、あるいは試料番号等で検索し、図4に示した試料庫の棚位置図を参考にして取り出すこととなる。

なお、この項は、1995年1月現在の状況に基づいて書かれたもので、ソフトウェア、データベースの仕様の変更にもなって、内容は変化するものであることを了承願いたい。

Ⅲ. 主な長期保存試料

田中 敦 (化学環境部)

柴田康行 (化学環境部)

a) 保存試料の選択について

第Ⅰ章にも記したように、もともと地球環境問題としての化学物質汚染のモニタリングに関する研究の一環としてスタートした経緯があり、国立環境研究所のパイロットスベシメンバンキングプログラムでこれまで収集した試料の多くは、以下のような特徴を持っている。

- 1) 局所的汚染源から離れた、汚染のバックグラウンド地域を代表する試料
- 2) 決まった場所で長期に継続して採取されたもの
- 3) モニタリングのための試料として広く用いられており、他の分析結果との比較検討が可能なもの
- 4) 底質コアなど、長期に渡る過去の環境変化に関する情報を蓄積しているもの

例えば、島根県隠岐で採取されている大気粉塵試料、日本の沿岸各地の二枚貝試料、外洋の汚染の生物モニタリングのための試料として注目されるイカなどは、ここ数年から10年以上に渡って収集を継続しているものの代表例である。一方、いわゆる公害等防止の観点からの人口密集地帯をターゲットとするモニタリングについては、地方自治体、環境庁などで長期に渡って継続されているが、そのうち環境庁で昭和53年度から実施している化学物質全国調査で収集した生物試料、ならびに東京都衛生研究所が昭和55年から実施している東京湾汚染調査試料の一部を継続して保存している。

b) 主な保存試料一覧

試料庫に保存中の主な長期保存試料を、次ページ以降に試料の種類別に一覧形式で記載した。詳細については、試料庫データベースを参照されたい。

環境庁生物モニタリング試料

表 5 参照

環境標準試料とその原料

- NIES No.1 リョウブ
- NIES No.2 三四郎池泥
- NIES No.6 ムラサキイガイ Co-60未照射
- NIES No.9 ホンダワラオリジナル
- NIES No.13 頭髮標準試料
- NIES No.15 ホタテ

大気試料

- 大気粉じん長期保存試験 エア 各温度
- 大気粉じん長期保存試験 アルゴン 各温度
- 大気粉じんフィルター 隠岐島
- 大気粉じんフィルター 遠隔地
- 大気粉じんフィルター 筑波
- 雨水,降雪 蔵王, 筑波など
- 井戸水 イラン, アフガニスタン
- 雪水 南極

水試料

- 長期保存試験 琵琶湖湖水 (無処理)
- 長期保存試験 琵琶湖湖水 (硝酸添加)
- 長期保存試験 琵琶湖湖水 (ブランク)
- 湖水 摩周湖, 本栖湖, 東京湾, 外洋

底質土壌試料

- 長期保存試験 霞ヶ浦底質 各温度
- 湖沼底質 摩周湖, 屈斜路湖, 阿寒湖
- 宇曾利山湖, 田沢湖, 中禅寺湖, 霞ヶ浦
- 本栖湖, 琵琶湖, 池田湖, バイカル湖
- 海洋底質 東京湾, 日本海, 外洋
- 河川底質 東京周辺, 大阪周辺など
- 土壌 新潟県水銀汚染土壌など

植物試料

- 筑波山周辺 各種
- リョウブ, アベマキ, ヘビノネゴザ等
- 樹木年輪, 樹皮

海藻

ウミトラノオ、コンブ、アオノリ、ヒジキ

動物試料

鳥類

ハト、野鳥

エトビリカ、ウミガラス、ウツメドリ

ハシボソミズナギドリ、トウゾクカモメ、コウミスズメ

フルマカモメ、ハイイロミズナギドリ、クロアシアホウドリ

哺乳類

ブタ血液、ウシ血液、イヌ

鯨肉

魚類

ニジマス、ヒメマス、ウグイ 摩周湖

ビンナガマグロ、シマガツオ、スズキ

ハマチ（ずり身）

軟体動物など

イガイ 富津、山下公園、浦安、下田、横浜、佐渡

ヒメシャコ 座間味島

シュモクアオガイ 沖縄

トコブシ、マガキガイ 油壺

イボニシ等 松阪、塩屋崎、礼文島、熊本、平磯

オハグロガキ 津堅島、沖縄

エゾアワビ、マダカアワビ 象潟、対馬など

その他貝類 八丈島、油壺、三浦半島、屋久島、山田湾など

サンゴ 沖縄

イカ インド洋など

ウミウシ、ホヤ、エビ等

人体試料

毛髪

母乳

尿

血液、血清

人体脂

剖検試料（脾、肝、心臓、睾丸など）

食品類

野菜、加工食品など多数

表 5. 試料庫に保存中の環境庁生物モニタリング試料

試料番号	試料名	採取地	採取日
10151	環境庁S53 島根ブリ	島根県笠浦沖	790131
10152	環境庁S53 東京湾スズキ	東京湾	781130
10153.02	環境庁S53 山田湾イガイ	岩手県山田湾	781201
10153.01	環境庁S53 東京湾イガイ	神奈川県三浦半島(久里浜)	781111
10154.01	環境庁S53 山田湾スズキ	岩手県山田湾	781110, 1114
10154.02	環境庁S53 北海道シロザケ	北海道沖	781117
10153.03	環境庁S53 銚子サンマ	茨城県那珂湊沖	781113
10159.02	環境庁S54 広島スズキ	広島県斎島近海	800122
10157	環境庁S54 山田湾スズキ	岩手県山田湾	791124, 1203
10158	環境庁S54 北海道シロザケ	北海道沖	791128
10159.01	環境庁S54 銚子サンマ	茨城県那珂湊沖	791114
10160	環境庁S54 山田湾イガイ	岩手県山田湾	791203
10161	環境庁S54 コウジンメヌケ	北海道千島沖	800121
10162.01	環境庁S54 東京湾スズキ	東京湾	791128
10163	環境庁S54 東京湾ムラサキイガイ	神奈川県三浦半島(久里浜)	791213
10162.02	環境庁S54 島根ブリ	島根県笠浦沖	800122
10165.01	環境庁S54 徳島イガイ	徳島県	791207
10165.02	環境庁S54 徳島イガイ	徳島県	790107
10166	環境庁S54 滋賀ウグイ	滋賀県琵琶湖	800324
10167.02	環境庁S55 サケ	北海道沖	801118
10167.01	環境庁S55 サンマ	茨城県那珂湊沖	801106
10168.03	環境庁S55 ウグイ	滋賀県琵琶湖	810317
10168.02	環境庁S55 大阪スズキ	大阪湾	801209
10168.01	環境庁S55 東京スズキ	東京湾	810218
10169.02	環境庁S55 コウジンメヌケ	北海道千島沖	801118
10169.01	環境庁S55 広島スズキ	広島県斎島近海	810206
10170.02	環境庁S55 マダラ	山形県	810209
10170.01	環境庁S55 岩手アイナメ	岩手県山田湾	810210
10171.02	環境庁S55 ムラサキイガイ	神奈川県三浦半島(久里浜)	801210
10171.01	環境庁S55 東京マコガレイ	東京湾	810226
10172.01	環境庁S55 岩手ムラサキイガイ	岩手県山田湾	801210
10172.02	環境庁S55 徳島イガイ	徳島県	810124
10190.04	環境庁S56 サンマ	茨城県那珂湊沖	811105
10174.02	環境庁S56 コウジンメヌケ	北海道千島沖	

表 5. (続き)

試料番号	試料名	採取地	採取日
10174.04	環境庁S56 シロサケ	北海道沖	
10174.03	環境庁S56 広島スズキ	広島県斎島近海	820210
10174.01	環境庁S56 徳島イガイ	徳島県	
10175.01	環境庁S56 石川イガイ	石川県	
10175.02	環境庁S56 大阪スズキ	大阪湾	
10176.03	環境庁S56 岩手アイナメ	岩手県山田湾	
10176.02	環境庁S56 岩手イガイ	岩手県山田湾	811031
10176.01	環境庁S56 岩手ムクドリ	岩手県	810610
10177.01	環境庁S56 タラ	山形県	
10154.03	環境庁S56 神奈川ムラサキイガイ	神奈川県三浦半島(久里浜)	
10178	環境庁S56 神奈川ムラサキイガイ	神奈川県三浦半島(久里浜)	
10179	環境庁S57 茨城サンマ	茨城県大洗沖	821216
10191.04	環境庁S57 サケ		8210下旬
10191.03	環境庁S57 北海道メヌケ		8210下旬
10181.03	環境庁S57 広島スズキ	広島県	8211
10181.01	環境庁S57 東京カモメ	東京	
10181.02	環境庁S57 東京スズキ	東京	
10182.01	環境庁S57 山形タラ	山形	
10182.02	環境庁S57 大阪スズキ	大阪	820914
10183.01	環境庁S57 滋賀ウグイ	滋賀	
10183.02	環境庁S57 鳥取スズキ	鳥取県中海	821028, 1122
10189.05	環境庁S57 岩手アイナメ	岩手	
10189.04	環境庁S57 岩手ムクドリ	岩手	
10189.06	環境庁S57 岩手ムラサキイガイ	岩手	
10185.02	環境庁S57 神奈川ムラサキイガイ	久里浜(東電火力発電所)	821004
10185.01	環境庁S57 徳島イガイ	徳島	8210
10177.02	環境庁S57 石川ムラサキイガイ	石川	
10187.01	環境庁S58 北海道オオサガ		
10187.02	環境庁S58 北海道シロサケ		
10188.01	環境庁S58 岩手アイナメ		
10188.02	環境庁S58 岩手ムラサキイガイ		
10189.03	環境庁S58 山形マダラ		
10189.02	環境庁S58 東京ウミネコ		
10189.01	環境庁S58 東京スズキ		

表 5. (続き)

試料番号	試料名	採取地	採取日
10190.02	環境庁S58 広島スズキ		
10190.03	環境庁S58 滋賀ウグイ		
10190.01	環境庁S58 大阪スズキ		
10191.01	環境庁S58 神奈川ムラサキイガイ		
10191.02	環境庁S58 島根スズキ		
10192.02	環境庁S58 石川ムラサキイガイ		
10192.01	環境庁S58 徳島イガイ		
10193.03	環境庁S59 岩手アイナメ		
10193.02	環境庁S59 岩手ムクドリ		
10193.01	環境庁S59 岩手ムラサキイガイ		
10194.01	環境庁S59 茨城サンマ		
10194.02	環境庁S59 山形マダラ		
10195.03	環境庁S59 鳥取スズキ		
10195.02	環境庁S59 東京ウミネコ		
10195.01	環境庁S59 東京スズキ		
10196.01	環境庁S59 高知スズキ		
10196.02	環境庁S59 鹿児島スズキ		
10197.02	環境庁S59 滋賀ウグイ		
10197.01	環境庁S59 神奈川ムラサキイガイ		
10198.01	環境庁S59 石川ムラサキイガイ		
10198.02	環境庁S59 徳島イガイ		

c) 保存試料の分析例 - 東京湾の有機すず汚染の歴史 -

東京都衛生研究所が1980年から東京湾で採取している環境モニタリング用のアサリ試料を、本施設に保存している。保存試料を分析して、その中に含まれるトリブチルスズ(TBT)、トリフェニルスズ(TPT)濃度の経年変化を明らかにし、東京湾の有機すず汚染の歴史の復元を試みた¹⁾。環境庁の調査では、TBTの分析が始まったのは1985年、TPTについては1989年であり、それ以前の汚染の状況は今まで分からなかった。図に示したように、1980年の時点ですでにTBT、TPT両者の汚染が進行しており、その後余り変化無く80年代後半まで推移していることが読みとれる。

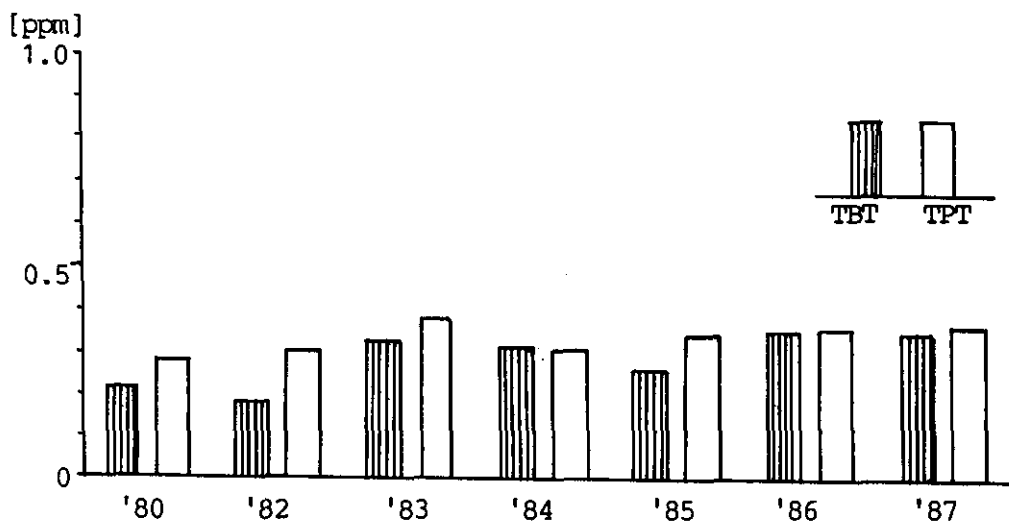


図7 東京湾アサリ中のTBT、TPTの経年変化 [文献1)より]

<文献>

- 1) 今 博幸、森田昌敏、日環協環境セミナー第4回関東甲信越大会要旨集、1 (1992)

IV. 保存性に関する情報

a) 大気粉塵中の Benzo(a)pyrene の長期的な保存性

向井人史 (地球環境研究グループ)
安部喜也 (東京農工大学)

1) はじめに

大気粉塵は環境の長期的モニタリングのための環境試料として、非常に有効な大気環境情報を持つ試料の一つである。従って、今後組織的に試料の採取が行われることが有効であろう。しかしながら、試料の保存性に関してはこれまであまりデータがなく、実際的でかつ有効な保存法がどのようなものであるかの検討が必要である。

一般的には無機成分より有機成分の方が変化しやすいと考えられるので、ここでは、有機成分の内でも発ガン性があるとして注目されている多環芳香族であるベンゾ(a)ピレンを対象として、保存温度や保存雰囲気の影響を長期的に調べることにした。ベンゾ(a)ピレンは物が燃焼するときに生成する発癌物質であり、車の排気ガスやボイラーの燃焼以外に通常の焚火、タバコ、調理等でも生成するため、環境中にはかなり広い範囲に存在している重要な物質である。この物質は光によって変化が考えられるため遮光するのはもちろんであるが、酸化による変化も知られているため、ここでは空気中に保存する場合と、アルゴン雰囲気に保存する場合との比較を行なった。そのため、ガスを交換できるようなステンレス容器を試作して保存実験を行なった。

2) 方法

1: 試料サンプリング

保存実験には均一な試料が必要であるため、1981年6月10日-21日の間に新宿御苑内の大手門近くにハイボリュームサンプラー4台を設置し、同時に4枚のフィルターサンプルを採取した。これを4run行い4系統のサンプルを得た。フィルターは石英繊維ろ紙(PALLFLEX 2500 QAST)を用い、採取は2日~3日間ずつ行なった。このうち3系統のサンプルを保存実験に用いた。但し1系統は数十年単位の保存実験用として初期値だけを求めて当面保存だけを行うことにした。基本的なパラメータを表6に示した。

表 6 試料の平均的属性

系列	採取時間 (時間)	採気量 (m ³)	粉じん量 (mg)	大気粉じん濃度 (ug/m ³)
1	53.7	3200	410	127
2	70.2	4100	320	77.2
4	48.6	2950	170	59.5

系列 2 は当面保存だけ行っている。

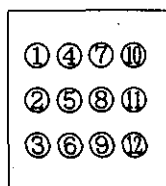
2 : 保存実験

系列 1 と 4 に相当する 4 枚ずつのろ紙は以下の 4 種類の条件下で保存された。

表 7 試料の保存条件

温度	雰囲気	ろ紙 No.
- 20 ° C	アルゴン	1 (系列 1) , 17 (系列 4)
- 20 ° C	空気	3 (系列 1) , 19 (系列 4)
20 ° C	アルゴン	4 (系列 1) , 20 (系列 4)
20 ° C	空気	2 (系列 1) , 18 (系列 4)

各ろ紙は直径 5 cm のベルトポンチで打ち抜きを作り 12 枚に分けてステンレスの板の上においてある。その配置と番号を以下のようにした。測定はこの打ち抜きろ紙 2 枚を用いてそれぞれ測定し平均をそのろ紙全体の値として推定することにした。



測定の組み合わせは次のようにした。

1 - 9、2 - 7、3 - 8、4 - 12、5 - 10
6 - 12

別のろ紙を用いた試験によって、12枚の打ち抜きろ紙上のベンゾ (a) ピレン量のばらつきは変動係数で 4.5% 程度であることがわかっているため、この測定でこれ以上の変が求められれば、保存中の変化が確認できたということになる。同時に採取したフィルター毎の濃度のばらつきは 3% 程度であるので、初期値の差は系列内では無視できると思われる。

3 : 分析

分析は以下のような方法によっている。打ち抜かれたろ紙を裁断し10mlの遠心管に入れ、アセトニトリル10mlを加え、超音波抽出を15分間行なった。良く振り混ぜた後、3000rpmで10分程度遠心して、上澄み液を測定試料とした。測定はHPLC分離-蛍光検出というかたちで行った。その条件は以下の通りであるが、時間経過と共にカラムなどが変わっている。これは分離性能がよいカラムに置き換えたため、そのためにデータなどに影響がでる可能性も考えられる。

HPLC : Waters製 700A型 / ベックマン製126ポンプ
カラム : μ -Bondapak (i.d. 1/8インチ x 1フィート)
 / μ -Bondasphere (5 μ , 3.9mm x 15cm)
溶媒 : アセトニトリル/水 = 80/20
流速 : 2ml/min / 0.7ml/min
検出器 : 蛍光検出器、日立650-10LC
励起波長 : 366nm
蛍光波長 : 403nm
スリット : 励起-蛍光共5mm-10mm程度

3) 結果

1 : 抽出率

できるだけ測定法を簡素化するために、ここでの方法は抽出をアセトニトリルにしている。この方法による添加回収率は90%以上ではあるが実は完全ではない。エタノール-ベンゼン(1:3)系を用いた場合の回収率を100%として実サンプルからのB(a)Pの抽出量を各溶媒でみると以下のようにになっている。

表8 B(a)Pの抽出率

溶媒	抽出量の比率
エタノール-ベンゼン(1:3)	100
アセトニトリル	93
ジクロルメタン	92
トルエン	90

しかしながら、サンプル間の相対的な量の動きを調べる場合は、アセトニトリルを用いた時の抽出量でもほぼ問題がないと判断された。もし問題が生じるとすれば、この未抽出の部分（約7%）が時間経過と共に変化したりする場合であろう。これは、結果を見ながら判断することとしよう。

2 : 保存結果

6回の経時的な測定が行われたが、はじめは半年毎、後には1年—数年毎に測定を行った。表9にその全結果を示した。系列毎にB(a)Pの初期濃度が異なるが相対的な濃度変化のパターンは似通っている。図8にその相対変化を示した。最も大きな特徴は、20°Cと-20°Cの差で、20°Cの場合は12年余りの内にB(a)P濃度が半減していることが分かる。これは、アルゴンと空気による雰囲気の違いによらず同じ程度減少していた。系列間にもあまり差はなかったが、どちらかと言うと系列4の方が減少率が大きかった。系列4の方は採取時に降雨があったため粉塵量が少なく、B(a)P量が少ないものである（濃度換算すると逆に高い値になる）。この系列の差は粉塵の性質の差が反映されていると考えられ、粉塵の性状が保存性に影響を与える可能性を示唆していると思われる。いずれにしても、20°Cの条件ではB(a)Pを保存することはできなかった。これは、おそらく生物学的な分解が起こっていると考えられる。

-20°Cの場合は、空気、アルゴン等の雰囲気の違いによらず12年半の間、90%以上の量が保存されることが分かった。また初期の半年以降は実質的な変化がみられず、100%の残存量とみなしても良い。グラフでは初期の半年のみ変化がみられるが、これが有為な結果かどうかは判断が難しい。初期のカラムは分離性能が完全ではなく、ベンゾ(K)フルオランテンとの重なりが生じていたため、少しバイアスが生じている可能性もある。しかしもしこの変化が本当であれば、粉塵の履歴の新しいところで何か特殊な生物学的または化学的反応が起きていることを示すものかも知れない。これは、初期過程だけの実験をもう一度注意深くやり直さないと、はっきりしたことは分からない。前述のように抽出率が初期の早い内に変化する可能性もある。

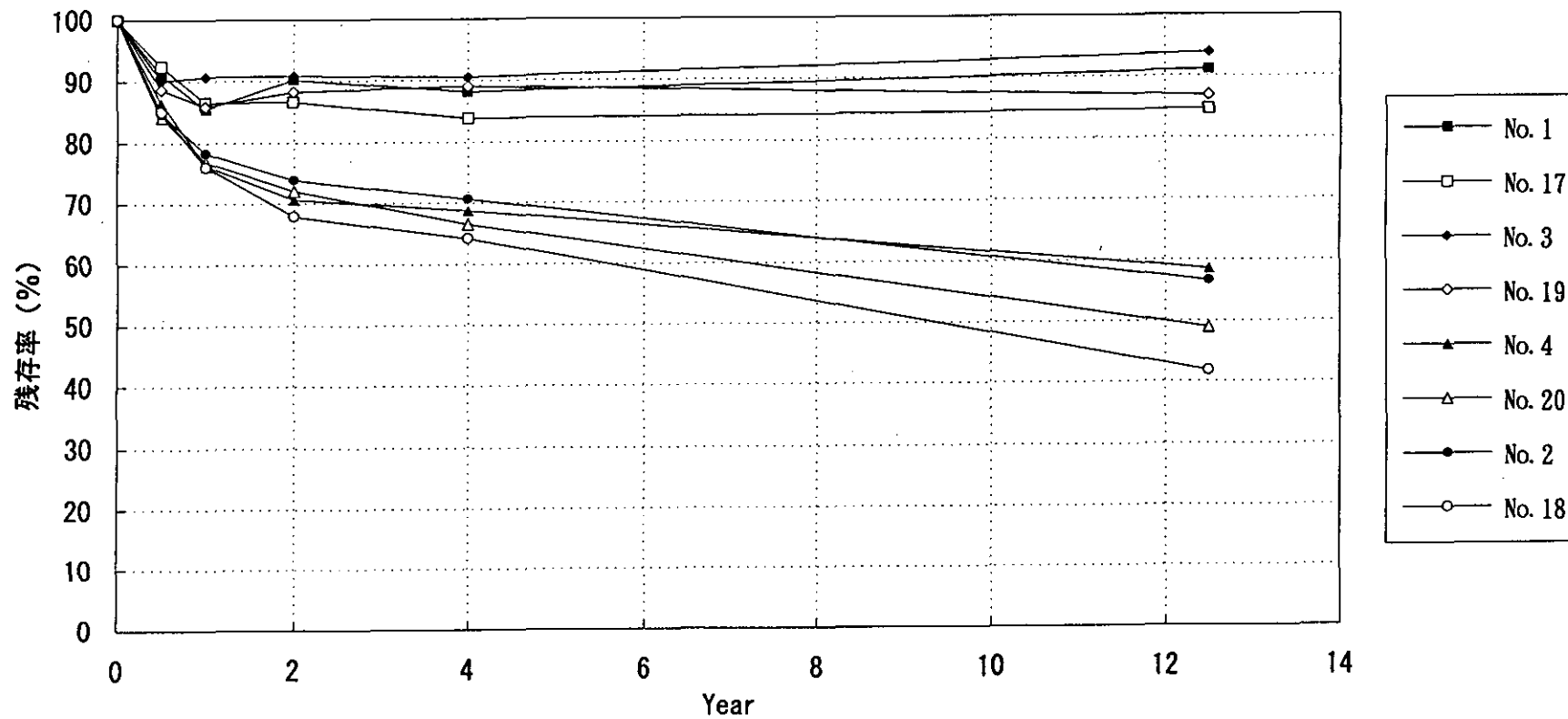
また、雰囲気による差はほとんど見られないことについては、これは容器の構造上アルゴンが長い時間（年の単位で）保存できるかどうかは疑わしいため、どれほど両者に実質的な差がついていたかが定かではないことが考えられる。従って、ここでアルゴンの実質的な効果がみられないと行ってまったく意味がないかどうかを判断するには早すぎると思われる。

いずれにせよ、ごく初期に少しの変化があるにせよ、-20°Cの保存条件でほぼ目的は達成できると言えるであろう。このような、長期間の実験は未だ報告例がないので、今後重要な情報として受け入れられるであろう。

表9 フィルター上B(a)Pの変化

Temp. (° C)	GAS	Filter No.	'82.6/25 (part 1.9)			'82.12/17.18 (part 2.7)			'83.6/27.29 (part 3.8)			'84.6/27.28 (part 4.12)			'86.6/19.20 (part 5.10)			'94.12/22.28 (part 6.11)		
			[ng]	mean	[ppm]	[ng]	mean	[ppm]	[ng]	mean	[ppm]	[ng]	mean	[ppm]	[ng]	mean	[ppm]	[ng]	mean	[ppm]
-20	Ar.	1	114.0			105.0			96.9			99.7			99.1			102.0		
			109.0	112.0	5.20	99.4	102.0	4.73	94.4	95.7	4.44	102.0	101	4.96	98.3	98.7	4.58	102.0	102.0	4.73
-20	Ar	17	68.4			63.5			59.1			61.8			62.4			60.1		
			75.2	71.8	8.53	69.2	66.4	7.73	65.1	62.1	7.23	62.5	62.2	7.24	58.0	60.2	7.01	61.5	60.8	7.07
-20	Air	3	108.0			99.9			95.0			94.2			95.1			103.0		
			102.0	105.0	5.20	95.2	94.6	4.83	95.6	95.3	4.72	96.2	95.4	4.72	-	95.1	4.71	94.1	98.6	4.88
-20	Air	19	72.4			62.7			62.2			64.9			63.7			63.1		
			71.9	72.2	8.46	65.3	64.0	7.66	61.7	62.0	7.42	62.5	63.7	7.62	64.9	64.3	7.70	62.2	62.7	7.50
20	Ar	4	113.0			95.6			83.8			79.4			77.3			63.8		
			107.0	110.0	5.37	94.5	95.1	4.64	83.7	83.8	4.09	76.0	77.7	3.79	73.9	75.6	3.69	65.0	64.4	3.14
20	Ar	20	64.1			57.1			52.2			47.3			46.3			34.1		
			68.9	66.5	8.20	54.9	56.0	6.91	49.9	51.1	6.30	48.5	47.9	5.91	42.0	44.2	5.45	30.8	32.5	4.00
20	Air	2	108.0			91.7			84.2			78.8			76.8			61.3		
			104.0	106.0	5.23	87.7	89.7	4.42	81.8	83.0	4.09	77.8	78.3	3.86	73.0	74.9	3.69	58.4	59.9	2.95
20	Air	18	73.5			63.4			56.2			48.4			47.9			29.9		
			72.6	73.1	8.65	60.8	62.1	7.35	55.0	55.6	6.86	50.7	49.6	5.87	45.8	46.9	5.55	31.1	30.5	3.61

図 8 B(a)P の経時変化



b) その他の物質の保存性

上記の大気粉塵中ベンツ(a)ピレンの保存性に関する試験の他、有機スズ化合物や有機塩素系化合物、重金属類などいくつかの物質について保存性が検討され、その結果が報告されている³⁻⁶⁾。以下にその情報をまとめる。

1) 生物試料の保存性試験¹⁾

海洋汚染の指標生物であるムラサキガイ (*Mytilus edulis*) をホモジナイズしたあと、一定量の各種汚染物質を添加して均質化し、小型保存容器に小分けして-20度、-80度、及び液体窒素雰囲気下での保存を行い、1～数年後に残存量を測定して保存性に関する結果を得た。表11に添加汚染物質とその量をまとめる。以下に結果をまとめる。

(ア) 水銀³⁾

保存試料30～40mgを秤り取り、水銀分析計(日立501)で総水銀濃度を測定した。1～2年の保存結果では、分析誤差の範囲で明確な経年変化は見つからなかった。

表10 ムラサキガイ保存性試験試料中の水銀量の変化(単位: ppm) [文献3)より]

保存容器	初期濃度	1年後の分析結果		2年後の分析結果		
		-20℃	-80℃	-20℃	-80℃	-196℃
ポリエチレンボトル	0.366 ±0.027	0.437 ±0.087	0.398 ±0.064	0.360 ±0.088	0.343 ±0.033	0.346 ±0.059
ガラスボトル	0.385 ±0.020	0.527 ±0.089	0.416 ±0.064	0.423 ±0.062	0.371 ±0.064	-
ガラスアンプル	0.376 ±0.029	0.533 ±0.090	0.381 ±0.087	0.431 ±0.186	0.310 ±0.091	0.405 ±0.138
平均値	0.38	0.50	0.398	0.405	0.341	0.375

(イ) フタル酸エステル類³⁾

4～8gの試料(湿重量)から常法に従ってフタル酸エステルを抽出、精製し、分析を行った。開始2年後の結果では、-20度での保存がやや悪いこと、またプラスチック容器の保存試料で低めに出る傾向が指摘された。

表 1 1 ムラサキイガイに添加した環境汚染物質の種類と量 [文献3)より]

<化合物>	<添加量>	<化合物>	<添加量>
p-Hydroxycinnamic acid	14.20 mg	Diphenylamine	10.79 mg
e-Caprolactum	11.20	Hexachloroethane	8.40
N-dimethylnitrosoamine	14.40	Tributyltin acetate	10.67
Ferrocene	9.30	PCP	21.65
3-Methylcholanthrene	8.16	Methylmercury chloride	6.92
Benzo(a)pyrene	4.20	Polychlorodibenzofuran	1.05
Hydrocarbon mixture (C10-18)	80.92	Diisobutylphthalate	20.48
Diethylphthalate	20.00	Diisopropylphthalate	10.77
Di-n-propylphthalate	13.35	Dibutylphthalate	14.45
Di-n-heptylphthalate	12.93	Diocetylphthalate	14.29
Di-2-ethylhexylphthalate	10.14	n-Butylbenzylphthalate	12.32
Dimethylphthalate	8.98	Dibutoxyethylphthalate	14.83
Diazinone	9.00	PCB KC 300	21.23
DDVP	14.55	KC 400	13.15
Sumithion	11.85	KC 500	7.09
Marathion	5.68	KC 600	16.11
Aldrin	7.81	Arochlor 5460	9.08
p,p' DDT	9.92	α -BHC	9.30
p,p' DDD	8.56	β -BHC	13.23
p,p' DDE	6.04	γ -BHC	8.61
o,p' DDT	13.15	δ -BHC	10.40
o,p' DDD	8.69	Dimethyltelephthalate	9.22
o,p' DDE	11.11	Diethyltelephthalate	11.21
Methylparathion	5.30	EPN	12.58
Dimethate	11.72	Diptelex	9.27
Dieldrin	8.77	Endrin	12.45
Metoxychlor	9.51	Kelthane	8.99
Heptachlor	9.75	Hexachlorobenzene	9.35

(註) 上記化合物を50mlのアセトンに溶かし、そのうち10mlを2.2 kgのムラサキイガイホモジネートとよく混合した。

表 1 2 保存開始 2 年後のフタル酸エステルの保存性 [文献 3)より]

(単位: $\mu\text{g/g}$ wet weight)

フタル酸類	初期濃度	2 年後の分析値						
		-20°C			-80°C		液体窒素	
		ガラス	ポリエチレン	アンプル	ガラス	アンプル	ポリエチレン	アンプル
DEP	1.2	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3
DiPP	0.82	0.98	0.85	0.98	0.98	0.85	0.77	0.98
DnPP	0.98	0.56	0.29	0.58	0.91	0.67	0.64	1.0
DiBP	1.7	0.8	1.1	0.67	1.5	1.2	1.2	1.6
DnBP	3.0	1.6	1.3	1.9	2.0	2.0	1.9	1.6
DHP	1.1	0.70	0.70	0.46	0.87	0.93	1.2	1.1
BBP	1.1	0.79	0.52	0.76	0.95	0.95	1.1	0.88
DEHP	1.3	0.80	0.64	1.1	1.2	0.82	0.92	0.92

(ウ) 有機塩素系化合物³⁾

有機塩素系農薬、ドリン類等について、3つの機関で1年後ないし2年後の保存性を検討したが、ポリエチレンボトルに保存したものが若干低めの数値を与えたことを除いて、有意の変動は認められなかった。

表 1 3 保存開始 1 年後の有機塩素系農薬の残存率 (%) [文献 3)より]

化合物	ガラスアンプル		ポリエチレンボトル		ガラスボトル	
	-80°C	-20°C	-80°C	-20°C	-80°C	-20°C
	α -BHC	105	99	96	99	103
β -BHC	106	102	99	101	103	103
γ -BHC	102	94	92	96	97	96
δ -BHC	105	101	101	103	105	107
o,p' DDE	111	105	102	101	104	113
o,p' DDD	100	96	91	94	91	99
o,p' DDT	104	83	76	82	90	97
Aldrin	88	98	90	93	83	97
Dieldrin	92	91	97	92	95	97
Endrin	112	113	109	117	112	114
HCB	127	117	108	105	108	126

表 1 4 保存開始 1 年後の Endrin, Aldrin, op' DDE の保存性 (単位 : ppm) [文献 3)]

化 合 物	Endrin	Aldrin	op' DDE
添 加 量	1.132	0.710	1.01
-20°C	ガラスボトル	0.83	0.53
	ガラスアンフル	0.65	0.64
	ポリエチレンボトル	1.08	0.53
-80°C	ガラスボトル	0.49	0.67
	ガラスアンフル	1.01	0.79
	ポリエチレンボトル	-	0.75
液体窒素	-	0.68	1.05

表 1 5 保存開始 2 年後の有機塩素系化合物の残存率 (%) [文献 3)より]

	添加 ppm	-20°C			-80°C			液体窒素		分析法
		GB	PB	GA	GB	PB	GA	PB	GA	
水分含量		88.17	86.36	86.96	86.31	86.31	86.29	86.29	86.31	(%)
試料重量		5.17	4.03	4.11	5.18	4.02	3.80	3.45	3.91	(g)
α-HCH	0.85	115.2	103.6	106.9	110.0	110.0	103.0	105.9	101.3	GC-ECD
β-HCH	1.20	101.9	95.6	100.9	96.7	100.6	92.8	100.5	94.3	//
γ-HCH	0.78	110.0	98.6	103.1	103.7	105.0	95.9	98.6	95.9	//
δ-HCH	0.95	113.2	105.6	108.8	109.1	109.8	102.0	106.8	106.1	//
HCB	0.85	101.1	89.1	97.0	96.4	97.2	92.9	92.7	90.9	//
o,p' DDE	1.01	97.1	91.8	98.8	94.1	99.0	90.1	92.3	89.2	//
o,p' DDD	0.79	99.6	98.5	100.1	93.6	94.7	93.3	90.7	94.9	//
o,p' DDT	1.19	106.1	84.2	93.4	97.5	103.4	92.7	91.0	93.1	//
p,p' DDE	0.55	101.9	99.0	104.4	97.9	103.6	96.0	97.1	97.8	//
p,p' DDD	0.78	101.2	96.9	105.1	95.1	101.2	99.5	95.4	100.8	//
p,p' DDT	0.90	117.3	97.3	104.0	102.8	106.3	91.9	88.8	93.2	//
PCB	5.23	108.3	99.3	100.8	105.0	106.3	88.3	94.6	93.2	//
Aldrin	0.71	89.1	86.6	95.9	94.4	87.9	87.1	105.9	108.7	GC-MS
Dieldrin	0.79	86.2	80.9	88.3	92.6	108.8	96.4	100.1	97.6	//
Endrin	1.13	87.9	83.8	85.2	87.6	94.3	90.1	92.9	89.2	//
Kelthane	0.82	92.4	85.3	92.3	107.3	93.7	94.3	89.7	80.1	//
PCDF(4+5Cl)	0.09	45.2	40.0	45.3	50.5	55.7	57.8	58.9	43.1	//
Heptachlor	0.52	85.5	86.7	81.3	78.3	78.2	71.7	69.8	74.3	//
Heptachlor ep.	0.00	0.038	0.057	0.062	Tr	ND	ND	ND	ND	//

GB : ガラスボトル PB : ポリエチレンボトル GA : ガラスアンフル

(エ) トリブチルスズ⁶⁾

保存開始後8年後に-20度、-80度の2つの温度条件で3種類の容器に保存してあったトリブチルスズを分析し、残存率を調べた。回収率を補正した結果は、-20度(55%)及び-80度(83%)におけるガラス容器保存の試料を除いて88~103%の範囲であり、長期の保存が可能であることが示された。

表16 保存試料中のトリブチルスズ(TBT)の残存率[文献5)より]

保存温度	保存容器	TBT μg/g	残存率(回収率補正值) (%)
-80°C	ガラスボトル	0.59	73(95)
	ポリエチレンボトル	0.59	73(95)
	ガラスアンプル	0.52	64(83)
-20°C	ガラスボトル	0.64	79(103)
	ポリエチレンボトル	0.55	68(88)
	ガラスアンプル	0.34	42(55)

初期添加濃度は、TBTとして0.81 μg/g

(オ) ジメチル-N-ニトロソアミン⁶⁾

発ガン物質であるジメチル-N-ニトロソアミンの1年間の保存性を調べた。-20度ではすでに半分程度まで減少しており、-20度では長期保存できないことがわかった。

表17 保存開始1年後のジメチル-N-ニトロソアミンの濃度(ppm)[文献6)より]

保存容器	添加量	保存温度		
		-20°C	-80°C	液体窒素
ガラスアンプル	1.31	0.77	1.26	1.01
ガラスボトル		0.36	1.01	1.22
ポリエチレンボトル		0.77	0.93	1.32
平均値		0.63	1.07	1.18

(カ) 重金属類³⁾

Na, K, P, Ca, Mg, Fe, Cr, Ni, Sn, Zn, B, Sr, Mnの13元素について2年間の保存性を調べたが、いずれの元素についても分析誤差の範囲内で変動は認められなかった。

2) 水試料の保存性試験結果⁷⁾

水道水に中性洗剤の一種であるポリオキシエチレンアルキルエーテルを100 ppb 添加し、-20度凍結条件、並びに5度での保存性を調べた。5度では1年でほぼ1割に減少してしまっただが、-20度では初期に原因のはっきりしない減少が認められるもののその後はほぼ保存可能であることがわかった。

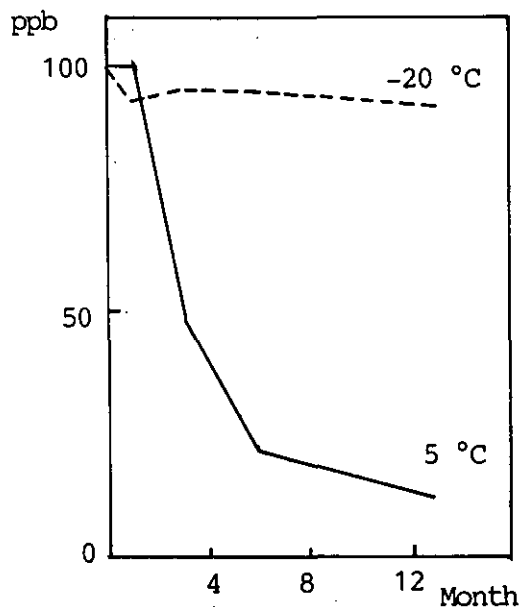


図9 水溶液中の合成洗剤の保存実験 [文献7)より]

3) 底質試料中のBenzo(a)pyreneの保存性⁸⁾

霞ヶ浦底質をそのまま(湿状態: WET)、または凍結乾燥状態(FREEZEDRY)、遠心分離後乾燥(CENT)の合わせて3つの条件で処理し、室温(20°C: RT)、-20°C、-80°Cでそれぞれ保存して経時変化を調べた。初期値40~50 ppbに対して、2年後には全体に減少する傾向が見られたが、3、4年後には濃度が増加する傾向に転じている。数年間の保存では、いずれの条件でも顕著な分解、減少は認められなかった。

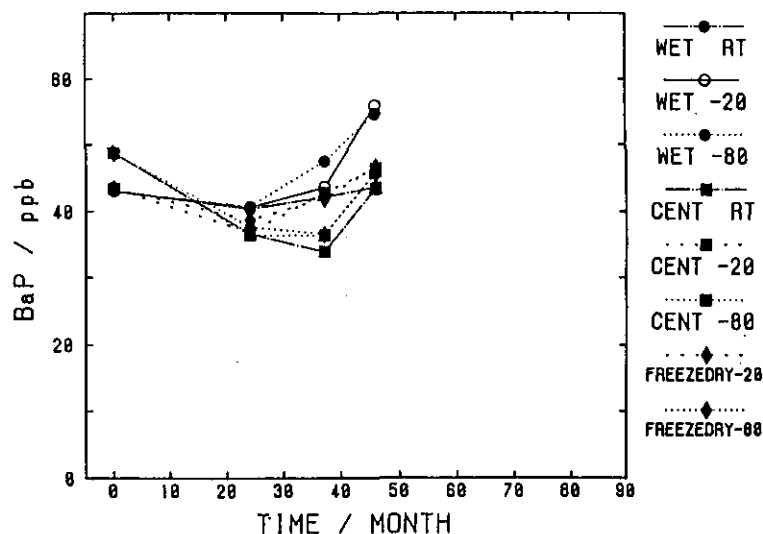


図10 底質中のBenzo(a)pyreneの保存性

<文献>

- 1) 安部喜也、向井人史、大気粉塵中の多環芳香族炭化水素 (PAH) の保存性に関する実験、「環境科学」研究報告集 B191-R12-18 ”環境試料の保存とそれを用いた環境変化の解析法に関する研究 (I) ”、123 (1983)
- 2) Y. Ambe, H. Mukai, A preliminary study on the preservability of benzo(a)-pyrene in the stored atmospheric particulate matter samples, 国立公害研究所研究報告 第79号、R-79-'85, 75 (1985)
- 3) 森田昌敏、安部喜也、冷凍保存法による環境汚染物質の長期保存性に関する研究、「環境科学」研究報告集、B191-R12-18、128(1983)
- 4) 森田昌敏、生体試料の保存法に関する研究、国立公害研究所研究報告第36号 R-36-'82、151(1982)
- 5) 白根義治、森田昌敏、日本のバックランド地球、及び沿岸・内海域に生息する二枚貝中のトリブルスズ化合物、国立公害研究所資料F-8-'89、101(1989)
- 6) 森田昌敏、生物試料の長期保存性に関する研究、国立公害研究所研究報告第58号 R-58-'83、60(1983)
- 7) 白石寛明、水試料の保存—ポリオキシエチレンアルキルエーテルを例として—、国立公害研究所研究報告第58号 R-58-'83、57(1983)
- 8) 田中 敦、他：未発表データ

V. スペシメンバンキングを巡る国際動向

柴田康行（化学環境部）

森田昌敏（化学環境部）

a) はじめに

標本を長期に保存して後の研究に役立てる試みは、生物学や医学分野で古くから行われてきた。これらの試料は目視、或いは顕微鏡による形態・組織観察を目的とするものであり、基本的には常温保存を前提として、乾燥、防腐加工、さらにはホルマリン等化学処理による組織形態保存等の手法が開発されてきた。近年ではさらに生物の機能を損なわずに長期保存するための冷凍保存に関する手法開発も進み、精子や細胞の保存はルーチンワークとなり、さらに臓器、個体レベルの長期保存の研究も行われている。一方、氷河に閉じこめられた昔の生物、人体の遺骸からDNAや高分子を抽出し、生物の系統進化や過去の環境を明らかにする記事を見て胸躍らせた記憶をお持ちの方もあろう。生物試料の低温保存は、今日では食品倉庫から家庭用冷蔵庫に至るまで、日常生活の根幹をなす中心技術の一つとなっている。

環境汚染の研究を進める上で、博物館などに保存されている生物試料が重要な手がかりを与えてくれた例は少なくない。例えば、博物館に保存されていた鳥の羽の分析から、メチル水銀による種子の消毒が結果的に広く鳥の水銀汚染を引き起こしていたことが明らかとなったスウェーデンの事例などがある。これをさらに一歩進め、環境モニタリングの一環として環境試料の一部を長期保存し、後の分析を可能にする環境試料バンク（Environmental Specimen Banking）の概念の重要性が、1970年代前半頃から指摘されるようになってきた。例えば1973年に出されたSCOPE委員会の報告書、「地球環境モニタリングシステム（Global Environmental Monitoring System; GEMS）」¹⁾にも指摘がある。これをうけ、70年代後半には西ドイツ、米国を中心としてスペシメンバンキングに関する関心が高まり、関連する数回の国際会議の開催を経て80年前後からパイロットスペシメンバンキングが開始された。特にドイツ、米国では、その後80年代半ばに本格的なバンキング段階に進んでいる。この両国は、環境関連の協力研究の最初のテーマとしてスペシメンバンキングを取り上げ、互いに研究者の交換や交流を図りながらそれぞれ環境モニタリングと組み合わせた形でのバンキングをたち上げてきた。スペシメンバンキングは、日独環境保護パネルの中でも協力課題として取り上げられており、日本側は国立環境研究所（当時国立公害研究所）が窓口となっている。また、カナダや北欧諸国などその他の国々の関心も高く、1991年9月にはウィーンで生物、環境試料バンクに関する第1回の国際シンポジウムが開かれた²⁾。以上のように、スペシメンバンキングに関する国際動向は、国によって必ずしもその歩みは早くないものの、それぞれ着実な進展を見せていると言えよう。

b) ドイツ

スペシメンバンキングの先進国であるドイツのバンキング体制は、基本的には図 1 1 の様になっている。^{3, 4)}

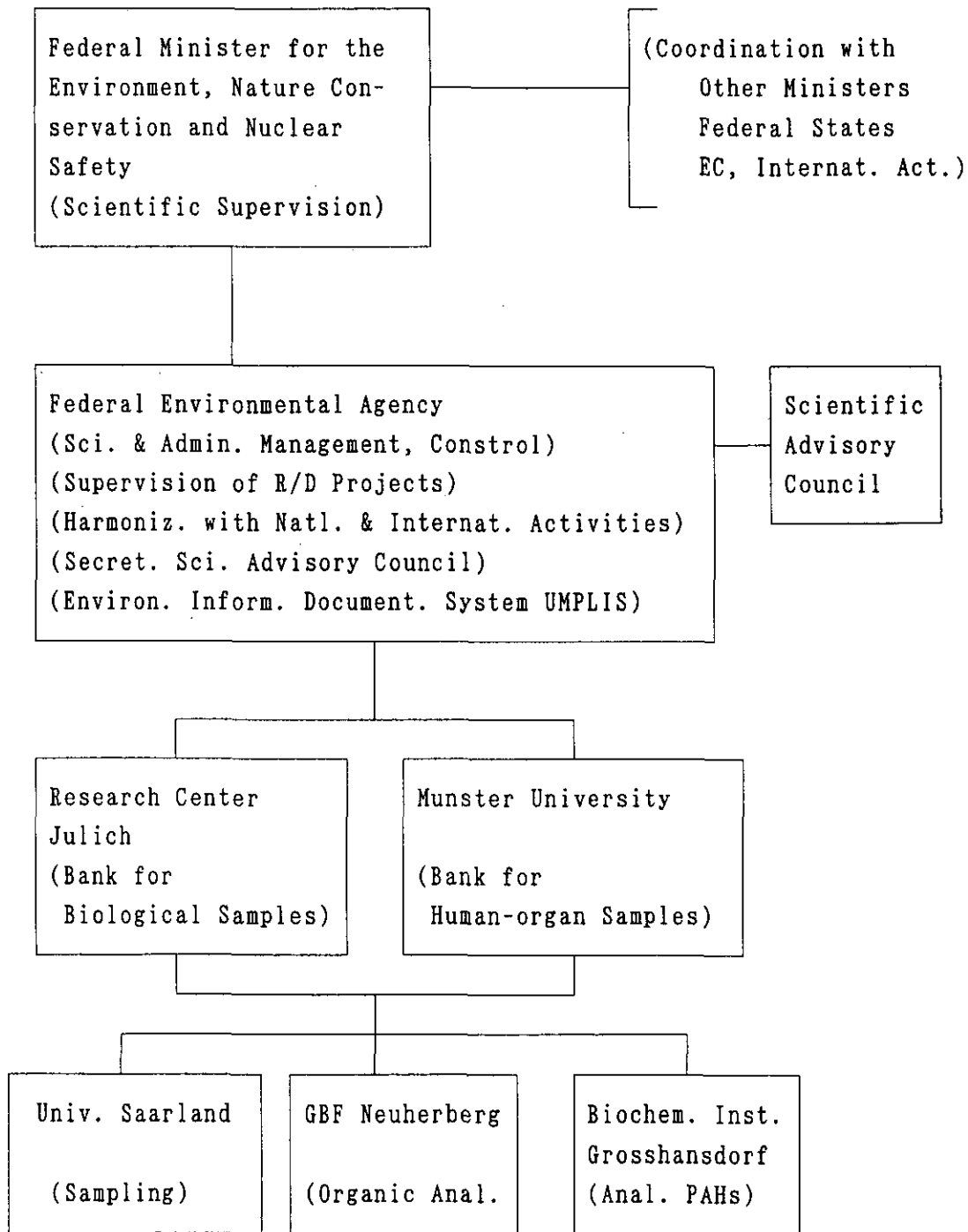


図 1 1 ドイツ環境スペシメンバンキングの機構図

ユーリッヒ(Julich)の研究センターに設置された中央試料バンクでは、液体窒素雰囲気下での試料保存を行っている。約230 m³の平屋建てで、試料庫には保存タンクとして容量1.4 m³のもの6基、1 m³のもの12基が設置されている。試料庫の外にある約7 m³の液体窒素タンクから配管されたパイプを通じて、自動的に液体窒素が各保存容器に補給されるようになっている。

収集された生物試料は凍結状態で窒化チタニウムコートされた破碎機(ZM1, Mercodor, Frankfurt)で粗く砕かれた後、連続粉碎混合装置(CRYO PALLA, KHD Klockner Humboldt, Koln)でステンレス製ないしP T F E製ロッドを使って微細な粉末(200ミクロン以下)に粉碎、混合される⁶⁾。試料が保存施設にとどいた後の以上の粗・微細粉碎混合過程は、いずれも液体窒素で装置、試料を冷やしながらいわれられており、操作過程で温度が上昇することの無いよう配慮されている。粉碎試料は一部分析に回され、残りは一定量ずつ長期保存される。

人体試料については、ユーリッヒではなくミュンスター(Munster)大学に集められ、その-85℃の超低温保存庫(容積34 m³)に保存されている。肝臓、全血、脂質等を精力的に収集保存している他、収集試料の一部についていくつかの汚染物質の分析を平行して行っており、人の汚染物質に対する曝露評価の上で貴重なデータを蓄積してきている。

ドイツのスペシメンバンキングプログラムの場合は、当初から環境モニタリングのための試料収集に関する事業と一体になって運営されてきた。モニタリングシステムの概要については文献^{3, 4)}を参照していただきたい。

c) 米国

米国では、最初E P A(U.S. Environmental Protection Agency)とN B S(National Bureau of Standards; 現N I S T(National Institute of Standards and Technology))が共同でパイロットバンキングを開始し、N B Sに設置された試料保存施設を使って、人の肝臓試料の収集保存を中心に活動を行った⁶⁾。その後、1986年から本格的な長期保存段階に入り、さらに拡張を続けながら現在に至っている。

現在のN I S Tのバンク(N B S B: National Biomonitoring Specimen Bank)に保存されている試料は、4つの主要なモニタリング、ないしバンキング活動と関連したものになっている(表18)⁷⁾。E P AのEnvironmental Specimen Bankプロジェクトはパイロット段階からの継続で、現在はボルチモア(Baltimore MD)で集められた人肝臓試料(年間40~50検体: 総数559)を蓄積している。N O A A(National Oceanic & Atmospheric Administration)のN S & Tプログラムでは、合衆国沿岸の総計300を越える場所で採取された二枚貝試料(ムラサキイガイないしカキ)並びに底質試料を分析するとともに、各年度採取試料の約1割をN I S Tへ送って、長期保存している。1987年から始まったA M M T A Pでは、アラスカの7カ所で採取されたアザラシ、アシカなど7種の哺乳動物の肝臓、腎臓、脂肪をとり、有機・無機汚染物質の分析を行うとともに試料の一部を保存している。その後、1989年になって海産哺乳動物のバンキングを主たる目的とするN M M T Bがスタートした。その他、国立ガン研究所(N C

I) の Cancer Chemoprevention Program 及び I A E A (国際原子力機関)、米国農務省 (U S D A)、食品局 (F D A) の共同事業である Nutrients in Human Diet でも、試料収集、分析を行うかたわら、収集試料の一部を将来のために保存する事業を行っている。

保存試料のうち、生物試料については総テフロン製の破碎、粉碎装置を用いて、ドイツの場合と同様に試料を凍結状態で低温下粉碎混合し⁸⁾、均質化したものを一部分析するとともに残りを一定量ずつ保存に回している。また、最近では同じ試料処理法を用いて有機汚染物質用の新しいタイプの標準試料 (S R M) の作製、評価等も行っている⁹⁾。

表 1 8 米国 N I S T の N B S B 試料バンクに関連するプロジェクト [文献7)より]

プロジェクト名	実施機関	試料の内容	分析対象項目
<Major Projects>			
Environmental Specimen Bank	EPA	人肝臓、筋肉	重金属、PCB, PAH, 農薬類
NS&TP: National Status & Trends Program	NOAA	二枚貝、海底質魚 (筋肉、肝臓)	重金属、PCB, PAH, 農薬類
AMMTAP: Alaskan Marine Mammal Tissue Archival Project	NOAA/MMS	海産哺乳動物 (腎臓、肝臓、脂肪)	重金属、PCB, PAH, 農薬類
NMMB: National Marine Mammal Tissue Bank	NOAA	海産哺乳動物 (脂肪、肝臓)	
<Others>			
Cancer Chemoprevention Program	NCI	人血清	有機栄養素(ビタミン等)
Trace Nutrients in Human Diet Project	IAEA USDA FDA	人食料	無機栄養素

<文献>

- 1) 「環境モニタリング」不破敬一郎、安部喜也、大槻 晃訳、環境情報科学センター (1975)
- 2) Sciences of Total Environment 誌第139/140巻(1993)に、この会議のProceedingsが掲載されている。
- 3) J.D. Schladot, M. Stoeppler, M.J. Schwuger, The Julich Specimen Bank, Sci. Total Environ., 139/140, 27 (1993)
- 4) F.H. Kemper, Human Organ Specimen Banking - 15 Years of Experience, Sci. Total Environ., 139/140, 13 (1993)
- 5) J.D. Schladot, F.W. Backhaus, Preparation of Sample Material for Environmental Specimen Banking Purposes - Milling and Homogenization at Cryogenic Temperatures, NBS Special Publ. 740, 184 (1988)
- 6) S.A. Wise, R. Zeisler, The Pilot Environmental Specimen Bank Program, Environ. Sci. Technol., 18, 302A (1984)
- 7) S.A. Wise, B.J. Koster, J.K. Langland, R. Zeisler, Current Activities within the National Biomonitoring Specimen Bank, Sci. Total Environ., 139/140, 1 (1993)
- 8) R. Zeisler, J.K. Langland, S.H. Harrison, Cryogenic Homogenization of Biological Tissues, Anal. Chem., 55, 2431 (1983)
- 9) S.A. Wise et al., Preparation and Analysis of a Frozen Mussel Tissue Reference Material for the Determination of Trace Organic Constituents, Environ. Sci. Technol., 25, 1695 (1991)

付録． 試料保存を望まれる方へ

堀口敏宏（化学環境部）

〔管理運営の方針〕

資試料庫運営連絡会の主体運営部署は化学環境部動態化学研究室です。試料庫内の個々の保存試料は保存容器単位でデータベースにより入出庫管理されています。したがって、これまでに既に保存されてきた試料は全て原則として登録済みのはずであり、新規に搬入される試料についてはその都度新規登録が必要です。また保存されていた試料を廃棄するなど登録内容に変更が生じる場合にも届け出が必要です。

〔試料の登録〕

試料の登録の際には、次に示す「試料庫新規試料登録様式」に必要事項を記入の上、化学環境部内の試料記録室に提出して下さい。

「試料庫新規試料登録様式」に記入する際、「試料番号」と「試料位置」は資試料庫運営連絡会の担当者が記入しますので、登録者は記入しないで下さい。その他の部分は登録者が漏れなく記入して下さい。特に「責任者」とは、その試料に対する所内の保管責任者のことであり、職員に限ります。したがって、共同研究員等が新規に試料を持ち込み、これを登録する場合にはその共同研究員等に対して責任を持つ立場の職員が「責任者」となります。なお保存容器については規格のものがあり（サンクレット50F、または30F）、低温室前に常備されているものを、必ず記録をつけた上で、使用して下さい。必要に応じて、その他に大型や籠型も用意されています。これらがそれぞれ、「容器形状」の標準、平型、大型及びその他に該当します。

保存容器1つに対して登録用紙が1枚必要ですので、一連の試料を複数の保存容器に納める場合には、保存容器の数だけ登録用紙を提出する必要があります。

〔登録内容の変更〕

その試料の保存を終了するなど、登録内容に何らかの変更が生じた場合にも必ずその旨を届け出て下さい。この場合にも「試料庫新規試料登録様式」に記入して提出するか、または登録者個人が保管している帳簿控えに変更事項を記入して試料記録室に提出して下さい。新規登録の場合と同様の流れで処理します。

また未登録試料や責任者がいなくなった試料は、連絡なしに場所を移動したり、保管スペースが不足した際には無断で処分する場合があります。

〔新規登録の流れ〕

試料の新規登録の流れを以下に簡単に述べます。

1. 試料保存に先立ち、「試料庫新規試料登録様式」に必要事項を記入する。

「試料庫新規試料登録様式」は、試料記録室にあります。

2. 必要事項が記入された「試料庫新規試料登録様式」を試料記録室に提出する。
3. 資試料庫運営連絡会の担当者が「試料庫新規試料登録様式」に記載された登録情報を入力し、その後、帳簿の控え（提出された「試料庫新規試料登録様式」のコピー）と試料の保存容器に貼付するラベル4枚を登録者に渡す。これと併せて、どの棚に保管するか（試料の保管場所）についても連絡します。
4. 登録者は規格の保存容器に試料を入れ、容器の各面にラベルを貼付して、指定された棚にそれを保管する。規格の保存容器以外を使用する場合、それが堅牢な箱状のものでなければその使用は認められない。

管理上、試料保存容器の位置を移動する場合があります。この場合には新しい保管場所をデータベース及び帳簿で更新しますので、出庫の際にはこれを参照して下さい。

〈登録前に緊急に試料を持ち込む場合〉

この場合、以下の点に留意して下さい。

1. 定められた種類の保存容器を用いる。
2. 速やかに新規登録手続きを済ませる。この場合には、どの棚にその試料を保管しているか、についても記入して下さい。なお、バーコードによる管理を行なっているため、試料庫内の通路に試料を保管することはできません。必ず棚に保管して下さい。
3. 配布されたラベルを貼付する。未登録のラベルが貼られていた場合にはそれをはがす。

参考として、試料庫内の各室の棚の平面図も添付します。

試料庫新規試料登録様式

<u>試料番号</u>	<u>試料位置</u>
<hr/>	
<u>試料名</u>	
<u>管理部室</u>	
<u>責任者</u>	<u>容器形状</u>
	標準 平型 大型 その他
<u>試料形状</u>	
<u>採取地</u>	
<u>採取日</u>	
<u>保存開始</u>	<u>保存終了予定</u>
/ /	/
<u>備考</u>	

第3室
 棚数 109
 収納数 539個

520E	521E	522E	523E	524E	525E	526E	527E	528E
520C	521C	522C	523C	524C	525C	526C	527C	528C
520B	521B	522B	523B	524B	525B	526B	527B	528B
520A	521A	522A	523A	524A	525A	526A	527A	528A

A, B, C : 標準コンテナ各6個収納できる
 E : 標準コンテナ3個収納できる
 (斜線) : 冷却パイプのため、半量収納できる
 5段の変則的な棚が2カ所ある

500

	515E	516E	517E		518E	
514C	515C	516C	517C		518C	519C
514B	515B	516B	517B		518B	519B
514A	515A	516A	517A		518A	519A
	509E	510E	511E		512E	
508C	509C	510C	511C		512C	513C
508B	509B	510B	511B		512B	513B
508A	509A	510A	511A		512A	513A

501E	502E		503E	504E	505E	506E	507E
501C	502C		503C	504C	505C	506C	507C
501B	502B		503B	504B	505B	506B	507B
501A	502A		503A	504A	505A	506A	507A
420E	421E		422E	423E	424E	425E	426E
420C	421C		422C	423C	424C	425C	426C
420B	421B		422B	423B	424B	425B	426B
420A	421A		422A	423A	424A	425A	426A

第2室
 棚数 100
 収納数 522個

400

	415E	416E	417E	418E	
414C	415C	416C	417C	418C	419C
414B	415B	416B	417B	418B	419B
414A	415A	416A	417A	418A	419A
	409E	410E	411E	412E	
408C	409C	410C	411C	412C	413C
408B	409B	410B	411B	412B	413B
408A	409A	410A	411A	412A	413A

401E	402E		403E	404E	405E	406E	407E
401C	402C		403C	404C	405C	406C	407C
401B	402B		403B	404B	405B	406B	407B
401A	402A		403A	404A	405A	406A	407A
319E	320E		321E	322E	323E	324E	325E
319C	320C		321C	322C	323C	324C	325C
319B	320B		321B	322B	323B	324B	325B
319A	320A		321A	322A	323A	324A	325A

第1室
 棚数 97
 収納数 492個

300

	315E	316E		317E	
314C	315C	316C		317C	318C
314B	315B	316B		317B	318B
314A	315A	316A		317A	318A
	310E	311E		312E	
309C	310C	311C		312C	313C
309B	310B	311B		312B	313B
309A	310A	311A		312A	313A

301E	302E	303E	304E	305E	306E	307E	308E
301C	302C	303C	304C	305C	306C	307C	308C
301B	302B	303B	304B	305B	306B	307B	308B
301A	302A	303A	304A	305A	306A	307A	308A

【平成7年2月21日編集小委員会受理】

〔国立環境研究所資料 F-77-'95/NIES〕

環境スペシメンバンキング
— 15年の歩み —

問い合わせ先：化学環境部 柴田康行

平成7年3月30日発行

発行 環境庁 国立環境研究所
〒305 茨城県つくば市小野川16番2
電 話 0298-51-6111(代表)

印刷 株式会社 イ セ ブ
茨城県つくば市天久保2-11-20