放射能測定法シリーズ　1

全ベータ放射能測定法

昭和 51 年改訂

文　部　科　学　省

放射線審議会測定部会の委員及び専門委員

委員（部会長）	斎藤信房	東京大学理学部
	池田長生	東京教育大学理学部
	伊沢正実	放射線医学総合研究所
	井上弥次郎	電子技術総合研究所
	川城巌	国立衛生試験所
	浜田達二	理化学研究所
	浜田政彦	国立がんセンター
専門委員	阿部史朗	放射線医学総合研究所
	石川友清	日本原子力研究所
	浦久保五郎	国立衛生試験所
	岡野眞治	理化学研究所
	笠井篤	日本原子力研究所
	葛城幸雄	気象研究所
	小林宏信	農業技術研究所
	塩崎愈	海上保安庁水路部
	団野皓文	鹿児島大学農学部
	敦賀花人	東海区水産研究所
	山県登	国立公衆衛生院

本分析法の改訂にあたっては、上記委員のほか下記の方々の協力を得た。

岩島清	国立公衆衛生院
上田泰司	放射線医学総合研究所
佐伯誠道	放射線医学総合研究所
壇原宏	畜産試験場
長沢規矩夫	動力炉・核燃料開発事業団東海事業所
西村耕一	財団法人　日本分析センター
坂東昭次	財団法人　日本分析センター

（敬称略・五十音順）

目　　次

第1章　序　　論 …… 1

第2章　放射能計測基準 …… 3

2.1　放射能測定用試料の調製上の注意 …… 3

2.2　測定の手順 …… 4

2.3　測定上の注意 …… 5

2.4　測定結果の基準化 …… 5

第3章　降水およびじん埃 …… 7

3.1　降　　水 …… 7

3.1.1　試料採取法 …… 7

3.1.2　測定試料の調製法 …… 7

3.1.3　放射能の測定および計算 …… 9

3.2　じ　ん　埃 …… 10

3.2.1　固定ろ紙に集じんする方法 …… 10

3.2.2　放射能の測定および計算 …… 11

3.2.3　連続移動ろ紙に集じんする方法 …… 11

3.3　大型水盤による降水，自然降下じん埃の大量採取 …… 12

3.3.1　試料採取法 …… 12

3.3.2　測定試料の調製法 …… 12

3.3.3　放射能の測定および計算 …… 13

3.4　5時間値，72時間値の測定と校正値の算定 …… 13

3.5　放射能調査記録例 …… 15

第4章　海　　水 …… 19

4.1　試料採取法 …… 19

4.2　測定試料の調製法 …… 19

4.2.1　鉄バリウム共沈法 …… 19

4.2.2　硫化コバルト共沈法 …… 20

4.3.　放射能の測定および計算 …… 22

4.4.　放射能調査記録例 …… 22

第5章　陸　水（上水，井水，天水，河川水，施設排水） …… 24

5.1　試料採取法 …… 24

5.2　測定試料の調製法 …… 25
5.3　放射能の測定および計算 …… 25
5.4　放射能調査記録例 …… 28
第6章　農　作　物 …… 28
6.1　試料採取法 …… 28
6.2　測定試料の調製法 …… 28
6.3　放射能の測定および計算 …… 29
6.4　放射能調査記録例 …… 31
第7章　牛　　乳 …… 31
7.1　材料採取法 …… 31
7.2　測定試料の調製法 …… 31
7.3　放射能の測定および計算 …… 31
7.4　放射能調査記録例 …… 31
第8章　土壌および海底堆積物 …… 33
8.1　土　　壌 …… 33
8.1.1　試料採取法 …… 33
8.1.2　試料調製法 …… 33
8.1.3　測定試料の調製法 …… 34
8.2　海底堆積物 …… 34
8.2.1　試料採取法と保存 …… 34
8.2.2　試料調製法 …… 34
8.2.3　測定試料の調製法 …… 34
8.3　放射能の測定および計算 …… 35
8.4　放射能調査記録例 …… 35
第9章　海 産 生 物 …… 38
9.1　試料採取法と保存 …… 38
9.2　測定試料の調整法 …… 38
9.3　放射能の測定および計算 …… 38
9.4　放射能調査記録例 …… 39
付 録 1. …… 41

第１章　序　　論

環境放射能測定の目的は，人の被曝を評価することにある。外部被曝は主としてガンマー線の測定により評価されるので，ここでは内部被曝との関連だけに限る。内部被曝は，環境物質中の特定の放射性核種の濃度を測定しない限り，定量的な評価はできない。しかし，個々の放射性核種の環境中濃度の測定には時間と労力を必要とするために，環境への放射性物質の放出状況や測定の目的によっては，これを簡略化して迅速に概略の情報を得る必要が生ずる。この目的に従来よく使われてきた方法が全ベータ放射能の測定である。

天然および人工放射性核種の多くはβ線を放出する。全ベータ放射能測定は，試料からのβ線をエネルギー区分なしに測定し，カリウム，ウランなどの放射能との比較により，試料中の放射能をキューリ単位で示す方法である。すなわち，核種は同定されなくとも崩壊数が一応求められることになる。本来，核種が不明であれば，崩壊数を厳密に求めることはできない。しかし，β線の測定においては，α線，軌道電子捕獲からくる放射線，ならびにγ線を測り込むことは少ないので，著るしく妥当性を欠くことはない。

全ベータ放射能の測定値に影響する因子として，試料のβ線の放出割合，β線のスペクトルが連続であること，校正線源の選択，測定器の選択とその特性，試料の自己吸収などがある。このうち一部は補正によって改善できる。しかし，人工放射能を検知するのに妨害となる最大の原因は，試料に含まれる自然放射能（カリウム－４０，ウラン，トリウム系放射性核種）の寄与である。従来の全放射能測定法（１９６３）に示されている全ベータ放射能測定結果はカリウムの化学分析値から推算したカリウム－４０による寄与を差し引いて表示していたが，この推算には大きな誤差が含まれ，手数がかかるわりには有効とは思われないので，このような差し引きを行わず，自然放射能による寄与も含めて表示することにした。

本法の結果を不確定にする要素はこのように多いが，全ベータ放射能測定はその使用目的さえ選べば，充分有用な結果を供し得るものである。ただし，トリチウムや炭素－１４などの軟β線の核種が多く含まれる試料を測定する場合には不適当であるので，その点は充分注意する必要がある。

考えられる目的としては，(1)核種分析などの精密な測定をすべきかどうかの判断のための材料の提供，(2)法令などに規定された基準レベルを越えたかどうか判断のための材料の提供，(3)特定対象の放射能レベルの時間的ならびに空間的な変動傾向の監視，例えば放射性廃棄物による汚染レベルがどう変動しているかを見ること，(4)環境などの放射能の推移状況などの概略に関し，公衆への情報の提供などが挙げられる。

しかし，本法は線量推定及び施設寄与分の低レベル放射能を検出するものについては適当でない。

測定対象が地理的ならびに種類上限られた範囲のものであれば，上記の目的での全ベータ放射能測

定の有用さが増してくる。そのような制限が測定の比較の際，不確定要素をへらすことになるからである。

本法は簡易であることから，手順の少ないという意味で再現性または安定性の良好さが期待できる。対象物によっては得られた結果そのままが，正確な値を示さなくとも規則的な偏りが存在するならば，ある傾向を把握することができる。

本法による結果が相互に比較できるものであるかどうかは状況によって異なるが，同種類の試料の放射能レベルの大まかな相互比較に用いることはできる。しかし，一般にはある一つの目的のための全ベータ放射能測定の結果を他の目的に使用する場合には注意が必要である。なお，今回の主な改訂内容を付録1に示した。

第２章　放射能計測基準

2.1　放射能測定用試料の調製上の注意

放射能を測定する際に再現性がよく，かつ，相互の測定値を比較できるような測定値を得るためには，各測定試料の化学組成，形状および重量などを同一にし，吸収，散乱などに基づく誤差をできるだけ少なくすることが必要である。

2.1.1　蒸発乾固試料

(1)　液体を蒸発乾固する場合に，試料ザラを急激に熱すると乾固直前の試料が沸騰し飛散したり沸騰孔を生じるおそれがある。

(2)　電熱器やホットプレートなどを使用する際は，試料ザラと熱源の間に厚さ５mm程度の石綿板を置き，その上で乾固する。

(3)　上部から赤外線ランプ[1)]で乾固する際は，試料ザラを大きなろ紙を敷いた石綿板上におき試料ザラとランプの間を約２０cmあけて行う。

(4)　クリービングを防止するには，あらかじめ試料ザラの周縁にエポキシ樹脂などを塗布しておくとよい。

2.1.2　灰化物試料

(1)　飛散しやすい粉末試料を試料ザラに固定するには少量のアセトンを加えて試料を懸濁させ赤外線ランプ[1)]を使用し，ランプと試料ザラの間隔を約２０cmにして静かに蒸発乾固する。

(2)　乾固状態は，完全ではないので急激な振動はさけなければならない。

2.1.3　沈殿試料

水酸化物沈殿などの試料はろ紙を用いて吸引ろ過するが，使用するろ紙の種類によって，試料の洗浄の仕方や，乾燥を早めるための薬品の使用の仕方が違うので注意する必要がある。

(A)　せん維ろ紙を用いる場合

(1)　試料膜の亀裂，剝離を防ぐには，バインダーとして少量のコロジオンかセメダインのアセトン溶液ないしアラビアゴム水溶液などを加えるとよい。（ただし，試料の重量を測定しない場合）

(2)　溶液より沈殿を生成させる場合は，沈殿条件が違うと沈殿粒子の大きさが異なり測定値に影響をおよぼすおそれがあるので，生成条件を同一に保つ必要がある。

(3)　沈殿をろ過する場合，沈殿がろ過器の内壁に付着するので内壁は常に乾かないようにする必要がある。

---

1)　２００～２５０Wを使用する。

(4) 内壁に付着した沈殿を洗い落すにはアルコールを用いるとよい。

(5) 沈殿の乾燥を早めるために，ろ過器の洗浄を兼ねて少量のアルコールをろ過の終りに1～2ml通してやるとよい。

(6) ろ紙の乾燥は，ぬれた状態のまま沈殿をろ紙とともに試料ザラまたは試料ばさみに移し，試料ザラをシャーレないし石綿板上におき，赤外線ランプ[1)]で静かに乾燥する。

(7) 試料の重量を測定しない場合は，あらかじめ試料ザラ内に少量のコロジオンまたは卓上糊などを塗布しておくとよい。

(B) メンブランフィルターを用いる場合

一般的な試料作成上の注意は(A)に記したところと同じであるが，メンブランフィルターは一般にアルカリ溶液，有機溶媒，熱などに弱いので，カタログ，データを調べ，使用条件に合った種類のものを選択する必要がある。

2.2 測定の手順

測定には原則としてＧＭ計数装置を使用し，その指定の使用法にしたがい，以下の手順を追って測定を行なう。

(1) 使用機械の型式，名称，計数台の型式，試料ザラの材質形状（内径および深さ），ＧＭ計数管の雲母窓の厚さ，計数台における試料ザラの位置ならびに試料の形状および重量を記録する。

(2) 比較試料を測定し，計数装置の動作が正常か否かをたしかめる。

(3) バックグラウンドを１５分～３０分間測定する。

(4) 試料を，１５分～３０分間測定する。

(5) 一連の測定の最後にふたたびバックグラウンドを測定し，最初の値との平均値を採用する。

(6) 試料の計数率からバックグラウンド計数率を差引き，真の計数率（cpm）および標準偏差を次式によって求める。

$$\left(\frac{Ns}{ts}-\frac{Nb}{tb}\right)\pm\left(\frac{Ns}{ts^2}+\frac{Nb}{tb^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

ここで　Ns ：試料の全計数値

ts ：試料の測定時間（分）

Nb ：バックグラウンド計数値

tb ：バックグラウンドの測定時間（分）

(7) 2.4 測定結果の基準化の手続きに従って放射能（キュリー単位）を計算する。

2.3 測定上の注意

(1) 1カ月に1回程度，計数管の始動電圧を測り，かつプラトーがそれより100V以上あることを確かめる。

(2) 計数管に光線が入ると計数率が増すことがあるのでその点に注意する。

(3) 高圧のリーク，ケーブル接続の不完全，電源からの雑音などの偽計数に注意する。

(4) 雲母窓表面に呼気がかかると往々偽計数をすることがある。

(5) 計数器は，最初作動状態においてから10～30分前後に使用すること。

備考： 上述の測定手順は，バックグラウンド計数率20～30cpm程度のGM計数管を使用した場合に関するものである。充分な鉛しゃへい，有効容積の浅い計数管，また，アンチコインシデンス・シールドなどを使用してバックグラウンド計数率を下げた場合，あるいはシンチレーションカウンター，フローカウンターなどの特殊な計数装置を使用した場合には，詳細な測定条件を報告書に附記する。

2.4 測定結果の基準化

核種不明の試料について，その放射能の絶対値を毎秒の壊変数（dps）またはキュリー（Ci）の単位で正確に求めることは原理的に不可能である。しかし試料相互の比較や危険度の推定をある程度可能にするため，便宜上天然カリウムの放射能との比較によって，次の方法を用いて基準化を行う。

(1) カリウム比較試料の作製

塩化カリウムの結晶を乳鉢にとり，充分微粉末にしてからデシケーター中で乾燥する。この粉末の一定量を試料ザラに秤取し，少量のアセトンを加えて懸濁させ，静かに蒸発乾固する。さらに少量のバインダー（2.1参照）を加えて粉末の移動，剝離を防ぐ。

秤取量は，測定しようとする試料の重量と合わせる。

比較試料[2)]の放射能Nk（dpm）を次式にしたがって計算する。

$$N_k = 0.9 \times W \quad (W：KClのmg数)$$ [3)]

(2) 測　　定

2.2の手順に従い，未知試料およびそれと同重量のカリウム比較試料の放射能を測定し，それぞれの真の計数率 $n \pm \Delta n$ および $n_k \pm \Delta n_k$（cpm）を求める。

2）試料の重量がそれぞれ異なるときは，それに合わせ，数個の比較試料を作製する。

3）^{40}Kの天然存在比を0.0118%，半減期を 1.26×10^9 年，β線放出割合を89%として計算すると，KCl 1mgからの毎分のβ線放出個数は0.887となる。

(3) 放射能の計算

未知試料の放射能N（dpm）を次式にしたがって計算する。

$$N \pm \Delta N = Nk \frac{n \pm \Delta n}{n_k \pm \Delta n_k}$$

$$= Nk \frac{n}{n_k} \pm Nk \frac{n}{n_k} \left[\left(\frac{\Delta n}{n}\right)^2 + \left(\frac{\Delta n_k}{n_k}\right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$N > 3\Delta N$のときは，この計測結果を有意とみなし，0.45を乗じてpCi 単位に換算する。

標準偏差は付記しない。

$N \leqq 3\Delta N$のときは，検出されずと表示する。

備考1. 上記の方法において予想される最大の誤差は，試料ならびにカリウム比較試料から放出されるβ線のエネルギーの相違による自己吸収の程度の差に起因するものである。カリウム－40のβ線の最大エネルギーは，1.33 MeVで比較的高い。一方試料がもし混合核分裂生成物を含むならば，そのβ線は最大エネルギーをことにする数種類のものの混合物であり，その混合比率は時間の経過とともに変化する。いまそれらのごく大ざっぱな平均としてセシウム－137のβ線（主として最大エネルギー0.51 MeV）をとり，カリウム－40のβ線と自己吸収の様子を比較検討した結果によれば，本方法で求められた値には2倍またはそれ以上の誤差が起こりうる。以上の理由から，測定値の標準偏差を結果に付記しても意味がない。

備考2 じん埃あるいは固形物の少ない雨水などのように試料の重量が非常に少ない際に，これと同重量の塩化カリウムを比較試料として使用することは，その放射能が小さい点から困難である。このような場合には，自己吸収の影響も小さいと考えられるので，比較試料として，やはり自己吸収を無視しうるようなU_3O_8もしくはRaD＋E＋Fの一定量を使用することが望ましい。

第３章　降水およびじん埃

3.1　降　　水

3.1.1　試料採取法

毎日一定の時刻（通常９時）に前２４時間中の降水を採取し，その平均的な放射能濃度を測定する。

降水試料を採取するには，第3.1図のような７０Ａ－Ｈ形放射能降水採取装置を用いると便利である。この装置は，直径２５２mmのステンレス製の受水漏斗，貯水びんおよび保温用のテープヒータ（サーモスタットがついている）からなっていて，これらが金属製の外筒に入っている。したがって冬の時期に受水漏斗に入った雪を自動的に溶かすようになっている。この採取装置では降水量１mmで50mlの降水を採取できる。

この採取装置のない場合は，受水漏斗と貯水びんと組み合わせた採取器あるいはステンレス，ガラス，ホーロ引き金属，アクリル樹脂製などの材質の水槽（断面積はあらかじめ測っておく，深さは数１０cm以上必要である）を用いて採取する。

これらの採取装置を設置するときには，地面からの飛まつが受水漏斗に入らないような場所を選ぶ。

貯水びんは毎日一定の時刻に交換するが，大雨などで，採取時刻以前に貯水びんからあふれそうになった場合は随時交換する。２４時間中の降水を合わせて１日の採取量とする。

７０Ａ－Ｈ形以外の採取器で雪を採取する場合には雪の積った採取器を暖かい室内に持ち込み，自然に溶かす。

採取した降水はよくかきまぜたのち，メスシリンダーで降水の全量を測る。

採取量が１００ml以下の場合には，その全量を蒸発ザラに移すとともに，このように降水量が少ない時には，貯水びんの内壁にちりが残りやすいので，さらに貯水びんに少量の蒸留水を入れて振り動かしたのち，蒸発ザラに加える。加えた水の量は採取量には算入しない。

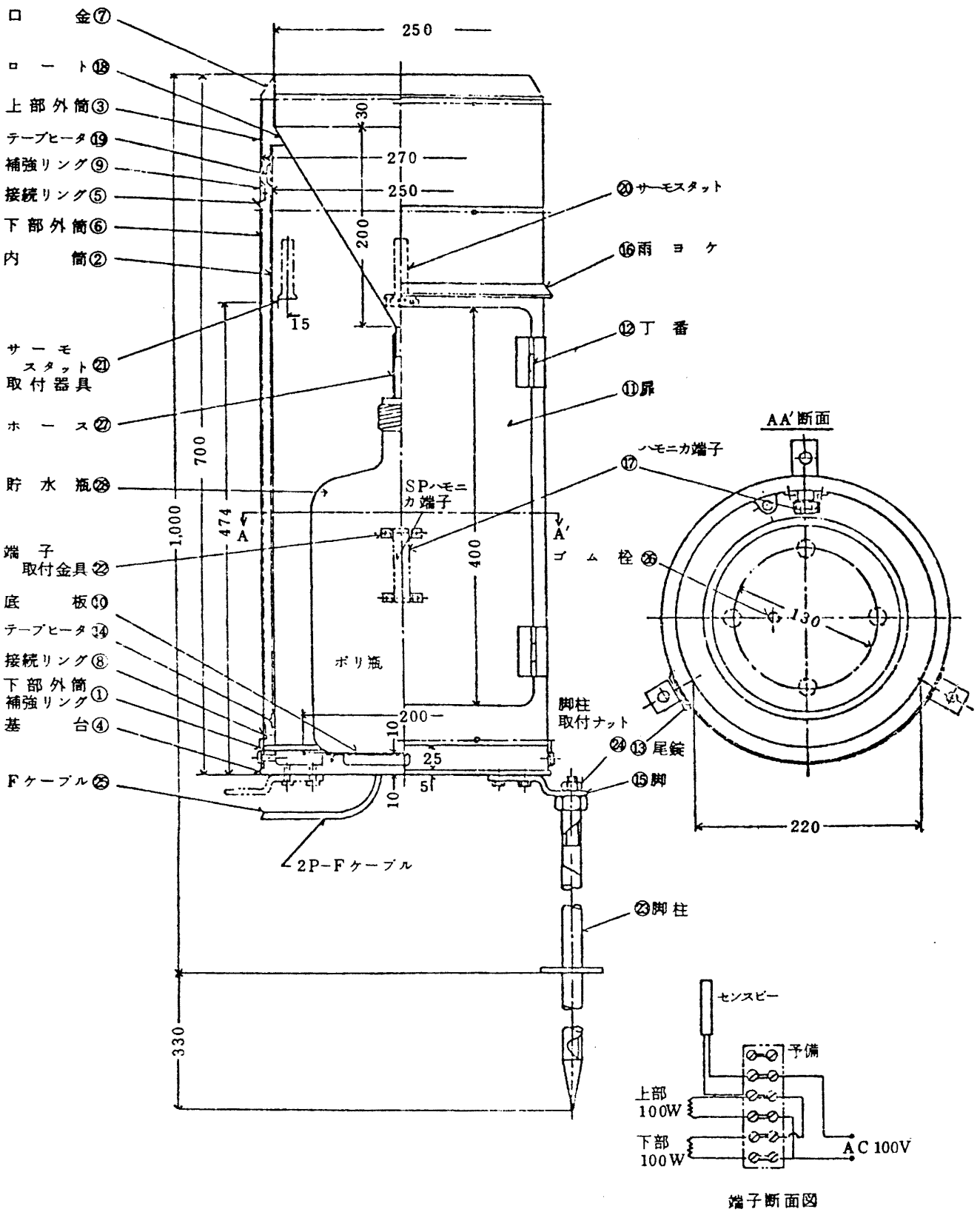
採取量が１００ml以上の場合には，よくかきまぜたのち，そのうち１００mlをとる（放射能の低い場合には適当にこの量をふやす），これを放射能測定用の試料とする。

採取が終った貯水びんは，よく洗浄したのち，蒸留水でゆすぎ翌日の使用に備えておく。

また，降水の有無にかかわらず，毎日一定の時刻に，受水漏斗の内面や導管に付着したちりを水道で洗い落しておかなければならない。

3.1.2　測定試料の調製法

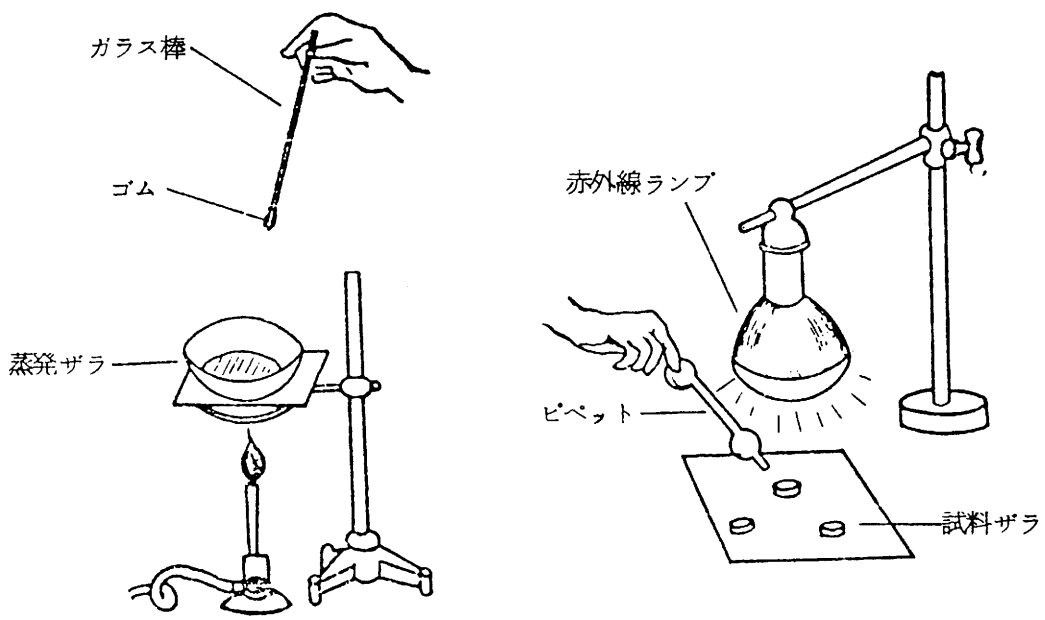
前節の如くにしてとった放射能測定用の試料は蒸発ザラにうつし，皿に残留物が固着するのを防ぐため，あらかじめ試料水１００mlにつき硝酸数滴を落し，次のようにして濃縮乾固する。



第 3.1 図　70A－H形放射能降水採取装置

(1) 蒸発ザラをガスバーナーの金網または電熱器の上におく。（第3.2図）僅かに泡立ちする程度に保って約5～10mlになるまで濃縮する。このとき蒸発ザラはなるべく大きめのものを用いる。

(2) 次に，測定用試料ザラ（ステンレススチール製　内径25mm）を赤外線照射台の上に置き，赤外線ランプを試料ザラの底面から15～20cmになるように保ち，蒸発ザラで濃縮した試料水をピペットを用いて，一滴ずつ試料ザラに滴下させながら乾燥する。[1] 蒸発ザラは少量ずつの水で洗い，洗液は前記試料ザラに合して完全に乾燥し，放射能測定用試料とする。（第3.2図）



第3.2図　測定試料の調製法

3.1.3　放射能の測定および計算

第2章放射能計測基準にしたがって測定し，次式により放射能濃度を算出する。

$$a = \frac{100}{2.22} \times \frac{n}{E} \times \frac{1}{V} \quad (\mathrm{pCi/ml})$$

ここで　a：1ml当りの放射能濃度（pCi/ml）

n：試料計数率（cpm）

E：U_3O_8 標準試料を用いた計数効率（%）

1）この際試料ザラの底面にできるだけ一様に拡がるように注意する。

V：試料水量（ml）

$a' = a \times m$　　（mCi／km^2）

ここで　a'　：　1 km^2当りの放射能濃度（mCi／km^2）

a　：　1ml当りの放射能濃度（pCi／ml）

m　：　降水量（mm）

3.2　じ　ん　埃

大気中じん埃の採取は，固定ろ紙に集じんする方法と，連続移動ろ紙に集じんする方法がある。固定ろ紙集じんとしては，ハイボリュームサンプラー（スタブレックスなど）集じん器を用いる方法があり，これは非常に簡便であるため，電源のあるところならば任意の場所で集じんできる。しかし長時間の連続集じんには適さない。移動ろ紙式集じん装置は２４時間の連続集じんを目的としたものであるため，長時間の連続集じんに適している。しかし，集じん設備が大きく，移動が困難なため，集じん場所は限定される。また固定ろ紙式集じん器で連続集じんが可能なものもある。この方法で集じんしたろ紙の測定は，ハイボリュームサンプラーで集じんしたろ紙と基本的には同一に扱うことができる。

集じん後の放射能測定は，一緒に捕集される大気中の自然放射性核種の寄与が非常に大きいので，自然放射能以外の放射能濃度を求める場合は，その影響を除く必要がある。

3.2.1　固定ろ紙に集じんする方法

(1)　集じん器はハイボリュームサンプラーを用いる。ろ紙はガラスせん維ろ紙（東洋ＧＢ－１００ＰまたはＧＥＬＭＡＮ　glass fiber type A 4 in dia など），または セルロースろ紙（東洋ろ紙のＨＥ４０など）を用いる。

(2)　集じん器の位置は地上から１ｍ以上離して集じんする。降雨時には雨が入らないよう雨よけをつける。

(3)　集じんは３０分～６０分行なう。（備考１）
　集じん開始時刻と開始直後の流量計の値を記録する。

(4)　集じん中１０～１５分間隔で流量計の値を読みとり，次式により全吸引量（V_T）を求める。（備考２）

$$V_T = v_1 t_1 + v_2 t_2 + \cdots\cdots v_n t_n$$

ここで　$v_1 \cdots\cdots v_n$　：流量計の値（m^3／分）

$t_1 \cdots\cdots t_n$　：読みとった流量に対応する時間（分）

(5)　集じん終了時刻を記録する。

(6)　集じんしたろ紙は中央部分を測定用試料ザラ（ステンレススチール製，内径５０mm）に入る

よう直径5cmに切り取り試料ザラに入れる。この場合集じんしたろ紙をゴム板上に置き，ろ紙の中央に試料ザラをかぶせて木槌で軽くたたくと測定用ろ紙が打ち抜かれる。

3.2.2　放射能の測定および計算

3.2.1で集じんしたろ紙は集じん終了後，5時間経過[2]してから窓直径5cmの大面積端窓型GM計数管を用い，第2章放射能計測基準にしたがって測定し，次式により放射能濃度を算出する。

$$a = \frac{4}{2.22} \times 10^2 \times \frac{n}{E} \times \frac{1}{V_T} \quad (\mathrm{pCi}/\mathrm{m}^3)\ (\text{備考3})$$

ここで　a：1m³当りの放射能濃度（pCi／m³）

n：試料計数率（cpm）（備考4）

E：U_3O_8 標準試料によって得られた計数効率（%）　（備考5）

V_T：空気の全吸引量（m³）

備考1.　集じん時間は大気中の放射能濃度と測定器の検出限界によって決まる。普通のGM計数装置を用いて大気中の自然放射能濃度またはそれと同じレベルの放射能を測定する場合，集じん時間は30分～60分，空気の全吸引量は30m³前後が必要である。参考までに大気中自然放射能の減衰の様子を頁15第3.5図に示した。

2.　集じん中の空気の吸引量は，大気中のじん埃量の大小によって大きく変る。もし集じん中流量計の値に大きな変化がなければ，流量計の読みとりは集じん中1～2回でもよい。また吸引量は電源電圧によっても大きく変るので，集じん器はスライダックなどを用いて規定の電圧で動作させる。

3.　直径10cmの集じんろ紙から測定するのは直径5cmの部分であるため4倍して補正してある。

4.　集じんしない同種のろ紙を測定条件を同一にして計数した値をバックグラウンド計数率として差し引いて求める。

5.　U_3O_8 標準試料は日本アイソトープ協会を通じて入手できる。

3.2.3　連続移動ろ紙に集じんする方法

長期間にわたって連続して集じんする場合は，連続移動ろ紙式集じん装置で集じんする方法が用いられる。一般にこの集じん装置は，集じん後全ベータ放射能および全アルファー放射能を連続測定するための測定系をも備えており，ダストモニターとしての機能を持っている。ろ紙は東洋

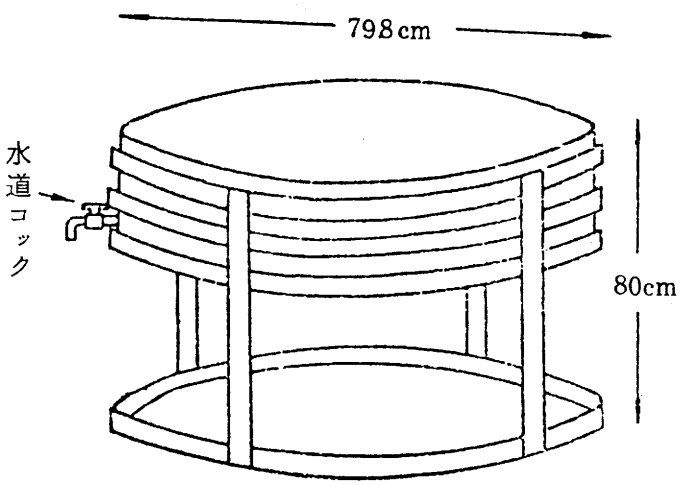
2）13頁3.4，5時間値，72時間値の測定と校正値の算定参照

No. HE－40 が用いられる。一定期間集じんしたろ紙は，まとめて灰化して比較的長い半減期の核種分析用試料として用いることができる。

3.3 大型水盤による降水，自然落下じん埃の大量採取

3.3.1 試料採取法

1ヶ月間に地表に降下した降水とちりとを大量に採取し，地表に落下した放射能の蓄積量を測る。試料を採取するには，第3.3図の大型水盤を用いると便利である。この水盤は受水面積 5000 cm^2 深さ30 cm で錆びないようにステンレス製[3]となっている。この水盤を高さおよそ80 cm の鉄製わくに乗せると，排水コックの先がちょうど試料びんの口にくるようになっている。これを露場に設置するときは，建物や樹木の影響のないような地点を選び，水準器で水盤の底が水平になるようにする。冬期には水盤の内部に電熱器を入れ，雪を溶かしたり，試料水が凍るのを妨ぐ。電熱器の電熱量は，導線で室内に導いてあるスライダックで任意に変えられるようになっている。寒冷地では冬期には電熱器（パイプヒーター）を用いる。電熱器は水盤のほぼ中央で底に触れない程度の高さにおく。加熱しすぎると電熱器を破損したり，水盤の塗料がはげたりするので使用中は供給電圧を必要以上に上げないようにし，かつ電熱器が常に水につかっているかどうかを確かめる。月の初めにあらかじめ深さ約1cmになるように水を入れておき，1ヶ月間の降水と自然落下じんとを受ける。この間，水盤の中の水は常に1 cm以上（電熱器を使用中のときは電熱器が水面下になる程度）の深さに保っておく。この大型水盤のない場合には，ステンレス，ガラス，ホーロ引き金属，アクリル樹脂製などの大型の水槽を用いる。断面積はあらかじめ測っておく。深さは数10 cm 以上必要である。翌月の初日に，1ヶ月間の降水および落下じんの全量を採取し，水盤の内面をきれいな水で洗浄し，次の採取にそなえる。



第3.3図　57型大型水盤

3.3.2 測定試料の調製法

試料水は全量を大型蒸発ザラ（磁製口径約30 cm）で蒸発し，ほとんど乾固する。次に少量の

3）材質はJIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板，SUS304Lなどがよい。

蒸留水を用いて小型の蒸発ザラ（磁製口径約10cm）に移し，砂ザラ上で乾固する。乾固物を磁器の乳棒などを用いて粉末状にする。重量をはかったのち，その一部分（約0.1g）を測定用試料ザラ（ステンレス製内径25mm）にとり，放射能測定用試料とする。残りは核種分析用試料とする。

3.3.3　放射能の測定および計算

第2章放射能計測基準にしたがって測定し，次式によって放射能濃度を算出する。

$$a = \frac{1}{2.22} \times 10^3 \times \frac{n}{E} \times \frac{1}{S} \times \frac{B}{W}^{4)} \ (\mathrm{mCi}/\mathrm{km}^2)$$

ここで　a　：　1 km²当りの放射能濃度（mCi／km²）

n　：　試料計数率（cpm）

E　：　U_3O_8 標準試料を用いて得た計数効率（%）

S　：　受水面積（cm²）

B　：　蒸発残留物全重量（mg）

W　：　測定試料重量（mg）

3.4　5時間値，72時間値の測定と校正値の算定

一般の目的には5時間値のみ測定すればよいが，状況に応じ，72時間値の測定および校正値の算定が必要である。

(1)　5時間値，72時間値の測定

(i)　1つの試料について，放射能の測定は，起算時からの経過時間が，5時間目（4時間半～6時間の間であれば正確に5時間目でなくてもさしつかえない）に1回行う。この結果を5時間値と呼ぶ。起算時は，降水あるいはじん埃の採取が終った時刻とする。

(ii)　対象物の見かけ上の半減期が20日以上と考えられる場合は，5時間値に加え，起算時からの経過時間が72時間目（72時間～74時間であれば正確に72時間目でなくてよい）に一回の測定値を得ることが望ましい。

この結果を72時間値という。

(2)　更　正　値

核実験の時のように，減衰を長時間追った場合は，次の方法により5時間校正値，72時間校正値を求める。

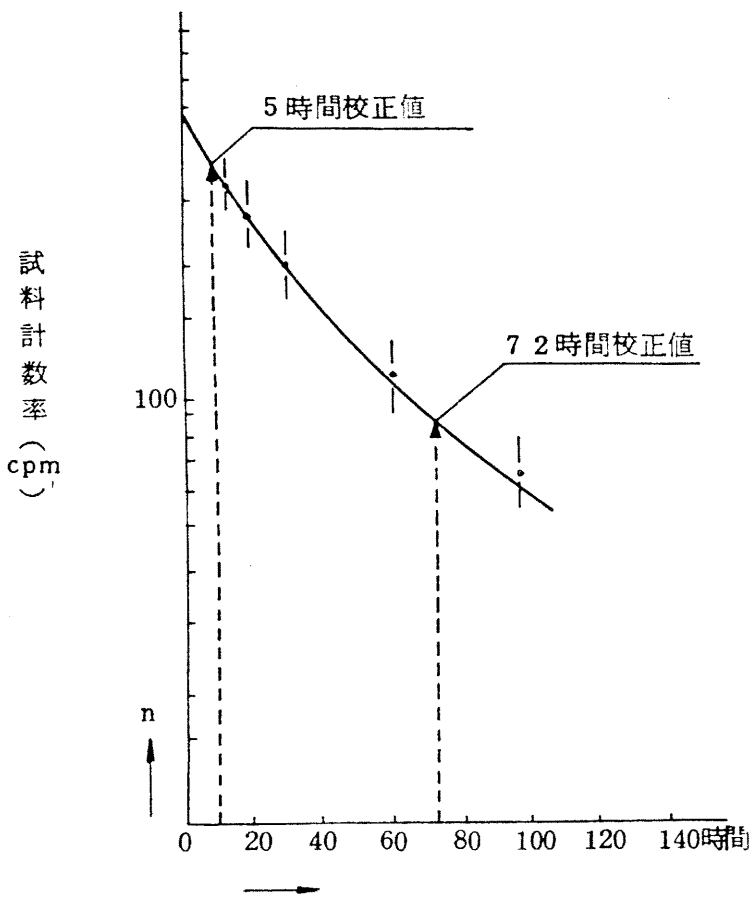
4）100mlをとり，放射能の測定を行った場合は $\frac{B}{W}$ のかわりに $\frac{Q}{100}$ を用いる。ここで，Qは試料水の量である。

(i) 一つの試料について放射能の測定は起算時からの経過時間が100時間までは毎日1回，100時間以後では起算時からおよそ6～8日，14～16日に各1回行う。

ただし，1回目の測定は起算時から4時間半後に行う。

(ii) 降水，じん埃の採取試料の中には，人工放射能のほかにラドン，トロンの崩壊生成物からなる自然放射能が含まれているので，それらの自然放射能の影響を取除くために，起算時後，5時間の値（5時間校正値）および72時間の値（72時間校正値）をとる。

第3.4図のように片対数グラフの横軸に起算時からの経過時間を，縦軸に試料計数率をとり，上記の方法で測定した試料計数率をプロットし，各測定値の標準偏差内に入るような曲線を引き，起算時後，5時間および72時間校生値を内挿あるいは外挿によって求める。

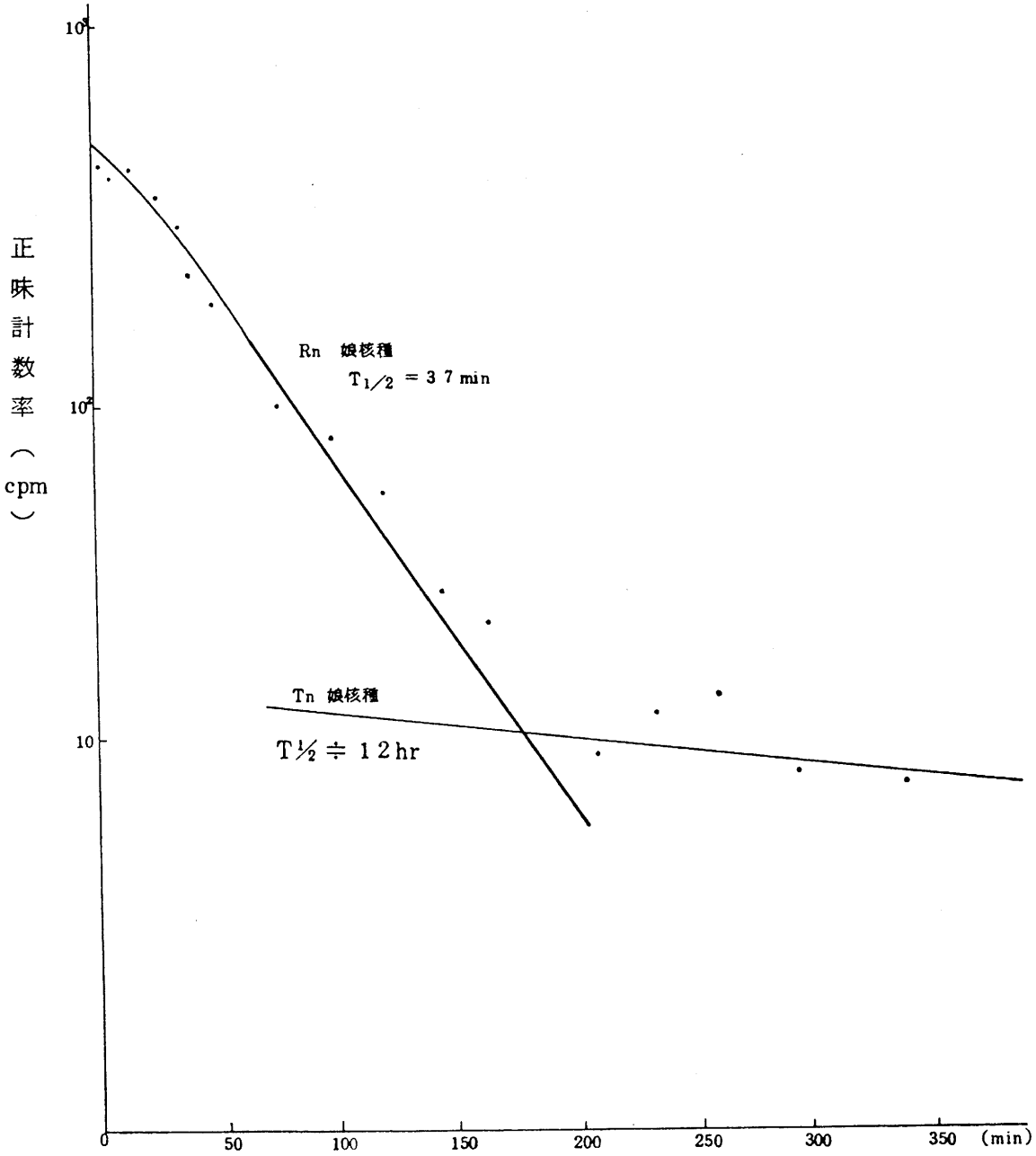


第3.4図　5時間校正値，72時間校正値

（備考）　日本における地表付近大気中には自然放射性核種のラドンが大きな日変化しながら 10^{-11}～10^{-9} Ci／m^3 のレベルで存在し，トロンがそれより低い値で存在する。集じんまたは降水および降下じんの際は，それらの娘核種が一緒に補集または採取される。ラドンの娘核種の見かけ上の半減期は37分，トロンのそれは約12時間である。それゆえ，起算時から約5時間経過すると，ラドンの娘核種は無視し得るまでに減衰し，トロンの娘核種

（ＴｈＢ）の寄与が大部分となる。さらに７２時間を経過するとトロン娘核種も減衰し，ほぼ無視し得るほどになる。以上のことから測定時間を前記のように定めた。

参考までに，ガラスせん維ろ紙で６０分集じんした自然放射能の減衰の様子を第3.5図に示した。



第3.5図　集じんろ紙の放射能減衰

3.5　放射能調査記録例

第3.1表，第3.2表，

第3.3表に記録例を示す。

第3.1表　降水の放射能調査記録例

計数装置	○○製A－X型
計数台	××製B－Y型
使用計数管	△△製C－Z型
マイカ窓の厚さ	○○ mg／cm^2
窓からの距離	○段目（約○○mm）
比較試料	○○製U_3O_8　（dps）
計料ザラの形状材質	ステンレススチール製内径25mm

担当者

試料番号	採水地	採水期間 日時分～日時分	降水期間 日時分～日時分	降水量 mm	採水後測定迄の時間 hr	試水量 ml	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウント計数率） cpm／l	5時間値または5時間校正値 cpm／l	72時間値または72時間校正値 cpm／l	放射能濃度 5時間値または5時間校正値 pCi／ml	mCi／km^2	備考
121	○○	2.09.00～3.09.00	2.13.30～3.09.00	5.8	25.8	100	5,783±34	19.3±1.4	1,173±53	1,260	970	3.0	17.0	
122	○○	3.09.00～4.09.00	3.09.00～4.01.10	25.2	6.7	100	5,735±34	20.7±1.4	395±36	475	410	1.2	30.0	
123	○○	5.09.00～6.09.00	5.23.15～6.06.30	4.2	8.0	100	5,825±34	20.9±1.4	1,063±51	1,060	920	2.5	11.0	

第 3. 2 表　じん埃の放射能調査記録例

計数装置	○ ○ 製 A X 型
計数台	× × 製 B Y 型
使用計数管	△ △ 製 C Z 型
マイカ窓の厚さ	○ ○ mg／cm^2
窓からの距離	○ 段 目 （約○mm）
比較試料	○○製 U_3O_8 （吸収板 Al 25 mg／cm^2）
計料ザラの形状材質	ステンレススチール製　内径 5 0 mm

担当者

試料番号	採取月日	採取期間 日時分 ～日時分	全吸引量 m^3	比較試料計数率 (除バックグラウンド計数率) cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率 (除バックグラウンド計数率) cpm／m^3	放射能濃度（pCi／m^3）		天候	備考
							5時間値または5時間校正値	72時間値または72時間校正値		

第3.3表　降水，自然落下じん埃の放射能調査記録例（大型水盤による）

計数装置	○○製A－X型
計数台	××製B－Y型
使用計数管	△△製C－Z型
マイカ窓の厚さ	○○ mg／cm²
窓からの距離	○段目（約○○mg）
比較試料	○○製 U_3O_8 （dps）
試料ザラの形状材質	ステンレススチール製内径25mm
水盤面積	○○○○ cm²

担当者

(i)

試料番号	露出期間 日時分～日時分	採取後測定迄の時間 hr	月間総降水量 mm	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	蒸発残留物総重量 g	測定試料量 mg	試料計数率（除バックグラウンド計数率）cpm／供試量	放射能濃度（総降下量） mCi／km²	備考
20	I 1.10.00 ～II 1.10.00	744（31日）	41	5,892±34	20.6±1.4	10.2	189.7	256±4	63	
50	II 1.15.00 ～ 1.13.00	670（28日）	14	5,783±34	20.8±1.4	9.5	219.9	188±8	38	

(ii)

試料番号	露出期間 日時分～日時分	採取後測定迄の時間 hr	月間総降水量 mm	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	蒸発残留物重量 mg	試料計数率（除バックグラウンド計数率）cpm／供試量	放射能濃度（総降下量） mCi／km²	備考

第4章　海　　水

海水に鉄およびバリウムの担体を加え，塩化アンモニウムおよびアンモニア水で塩基性に調節して沈殿させる鉄バリウム共沈法[1)]は核実験を対象とした比較的年令の若い核分裂生成物の測定法である。原子力施設周辺のモニタリングには鉄－５９，コバルト－６０，亜鉛－６５，ルテ　ウム－１０６などを効率よく共沈させることができる硫化コバルト共沈法，すなわち，海水にコバルトを担体として加え，塩基性で硫化コバルトを沈殿させる方法を使う。

4.1　試料採取法

試料採取器，ポリエチレンバケツなどで表面水を２０ℓ以上ポリエチレンビンなどにくみとる。ビンとバケツおよび漏斗などはあらかじめ塩酸，蒸留水で洗浄したものを用いる。採水は船がとまる寸前に船の前部にておこなうのが望ましい（ゆき足のついている状態）。船が完全にとまると船からのビルジなどが混入することがある。採水直後直ちに海水１ℓにつき塩酸１mlを加える。ポリエチレンビンに試料番号，採取年月日，時刻，位置，水温などを記入する。

4.2　測定試料の調製法

4.2.1　鉄バリウム共沈法[1)]

1.　試　　薬

塩化アンモニウム，塩化アンモニウム溶液（2W/V％）

鉄担体溶液（10mg Fe^{3+}/ml）

硫酸を入れたデシケータ中で乾燥させた結晶塩化第二鉄（特級・６水塩）12.1gをとり，塩酸（1＋11）に溶解し全容をメスフラスコで250 mlとする。

バリウム担体溶液（10mg Ba^{2+}/ml）

塩化バリウム（$BaCl_2 \cdot 2H_2O$）17.8 gを水に溶解して全容を１ℓとする。

アンモニア水（１＋１）

塩　　酸（１＋１）

1）この方法のグループ別の共沈率は下記のとおりである。

陰イオン	４３％
ジルコニウム＋ニオブ	９１％
希土類元素	９９％
アルカリ土類元素	２８％

2　操　　作

(1)　海水試料（1ℓ～5ℓ）をビーカーにとり担体として鉄10mg，バリウム10mgを加える。少量の塩酸（1＋1）を加え微酸性とする。塩化アンモニウムを海水1ℓについて2gを加える。約80℃に加熱したのち，アンモニア水（1＋1）を鉄沈殿が出始めるまで滴下する。少量のアンモニア水（1＋1）を過剰に加えたのち，数分間加熱煮沸したのち室温に放置して沈殿をビーカーの底にしずませる。

(2)　ろ過は第4.1図に示すろ過器を用い，初め吸引しないでろ過し，沈殿はなるべくろ紙上に移さぬように注意しながら上澄み液を傾斜し，吸引ろ過する。ろ紙はJ1S5種Bろ紙を用いる。

(3)　ビーカーの内壁に附着した沈殿は塩化アンモニウ溶液（2W／V％）に少量のアンモニア水を加えた熱水溶液で洗い出す。ビーカー・漏斗に附着した沈殿を充分に洗浄しろ紙上に移して最後にエチルアルコールの少量で漏斗を洗浄する。

(4)　沈殿はろ紙ごと第4.2図に示すろ紙ばさみ[2)]に入れ，赤外線ランプ下15～20cmの距離で沈殿に亀裂を生じないよう充分注意しながら乾燥する。

4.2.2　硫化コバルト共沈法[3)]

1.　試　　薬

塩　　酸（1＋3）

アンモニア水（1＋1）

コバルト担体溶液（10.0mg　Co^{2+}／ml）

塩化コバルト（$CoCl_2 \cdot 6H_2O$）4.04gを水に溶かして1mlの塩酸を加え100mlにうすめる。

チオアセトアミド水溶液（4g／100ml）

特級チオアセトアミド（CH_3CSNH_2）4gを蒸溜水に溶かして100mlとする

2.　操　　作

(1)　1ℓの海水を採取して，ポリエチレンビンにとり，塩酸1mlを加え実験室に運ぶ。

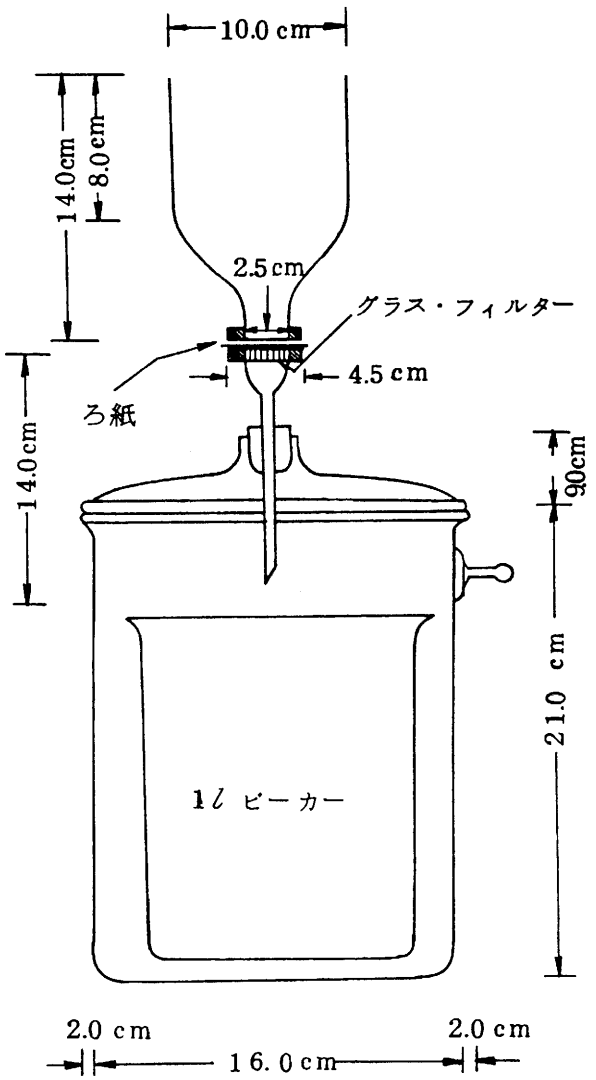
(2)　試料をビーカーに移し，ポリエチレンビンを80mlの塩酸（1＋3）で洗う。洗液は試料

2）ろ紙ばさみの寸法は各自の計測台について定める必要がある。

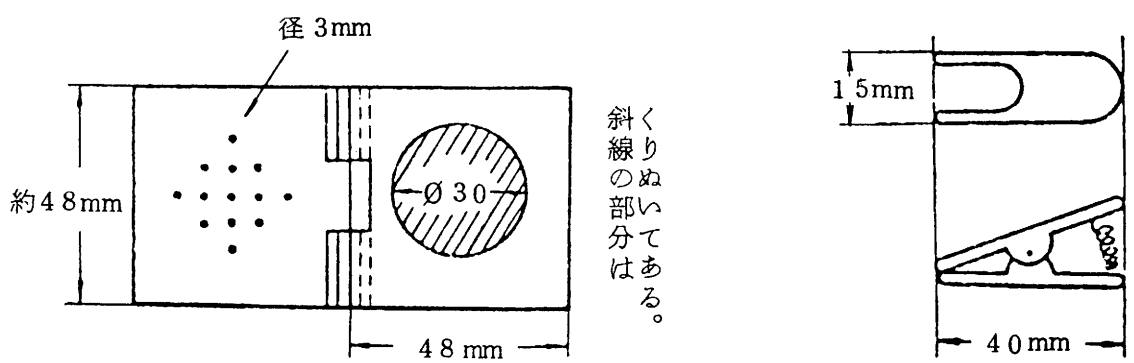
3）硫化コバルト共沈法の共沈率は，下記のとおりである。

ルテニウム	96％以上	ストロンチウム	0.3％
ジルコニウム＋ニオブ	96％以上	セシウム	

鉄，コバルト，亜鉛　99％



第4.1図　ろ過器



厚さ約1.7mm，真鍮　ニッケルメッキ

縮尺
1/2

第4.2図　ろ過ばさみ

に合せる。

(3) 海水1ℓにコバルト担体溶液1 mlを加え煮沸する。

(4) アンモニア水（1＋1）を加えて溶液のＰＨを約9.7に調整し，ついでチオアセトアミド溶液30mlを加え，よくかきまぜてから90～95℃で2時間加熱する。

(5) ろ過は第4.1図に示すろ過器を用い，初め吸引しないでろ過し，沈殿はなるべくろ紙上に移さぬように注意しながら上澄み液を傾斜し，吸引ろ過する。ろ紙は，Ｊ１Ｓ５種Ｃろ紙を用いる。

(6) 沈殿はろ紙ごと測定用試料ザラ（ステンレススチール製内径25mm）に移し，赤外線ランプ下15～20cmの距離で沈殿に亀裂を生じないよう充分注意しながら乾燥する。

4.3 放射能の測定および計算

第2章放射能計算基準にしたがって測定，次式によって放射能濃度を算出する。

$$a = \frac{1}{2.22} \times 10^2 \times \frac{n}{E} \qquad (pCi/\ell)$$

ここで　a：1ℓ当りの放射能濃度（pCi／ℓ）

n：試料計数率（cpm／ℓ）

E：U_3O_8　標準試料を用いて得られた計数効率（%）

4.4 放射能調査記録例

第4.1表に記録例を示す。

第 4.1 表　海水の放射能調査記録例

計数装置	○○製　A－X型
計数台	××製　B－Y型
使用計数管	△△製　C－Z型
マイカ窓の厚さ	○○ mg／cm²
窓からの距離	○段目（約○○mm）
比較試料	○○製 U_3O_8 （dps）
試料ザラの形状材質	ろ紙ばさみ

担当者

地点番組	試料番号	緯度 N	経度 E	深度 m	採取月日	測定月日	試料容量 l	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm／l	放射能濃度 pCi／l	水温 ℃	塩素量 Cl‰	備考
○○村○○沖500m	25	○°○′	○°○′	○	○○	○○	4	3,300±57	8.0±0.5	0.5±0.1	2.05	8.4	18.0	鉄，バリウム，共沈法

第5章　陸水[1)]（上水，井水，天水，河川水，施設排水）

5.1　試料採取法

下記の方法によって試料約1 l を採取した後，ポリエチレンまたはガラスビン（ゴムせんまたは共せんビン）に入れ，硝酸（3＋4）2ml を加える。

採取には，ガラス製の容量1～2 l のゴムせんまたは共せんビンから成る採取器を使うのが望ましい。

(1)　上水：原水，水道蛇口水の2個分に分ける。原水は取水口から採取する。原流の水量の大きいものと小さいもの（小河川）との差による影響に注意する。

ろ過場における泥物中に放射能が含まれていることがあるから，これも採取して参考資料とする。測定については，第8章土壌，および海底堆積物の項を参照する。

雨の降った時刻と採水時刻を明らかにすることが望ましい。

(2)　井水：同一井戸から採取して放射能の強さの消長を調査する。

雨の降った時刻と，採水時刻との関係を明らかにすることが望ましい。ふたの有無，井戸のくみ上げの状態などについて記録する。

湧水，地下水については，井水に準じて採水する。

(3)　天水：汚染を最も注意しなければならない対象である。採水は井水に準じて行う。水槽の大きさ，水量，その使用量（家族数），降り始めの雨を加えているか，いないかなどを記録する。天水槽または底部に沈んだ浮遊物または沈殿物を特に採取して参考資料とする。ふたの有無，水のくみあげの状態などについて記録する。

(4)　河川水，湖沼水，池水：常に同一の場所の同一の深さから採水する。降雨の時刻，水量，流量などを明らかにすることが望ましい。

(5)　施設排水：代表的な排水中の放射能濃度が得られるような場所と頻度で採水する。排水中の放射能は，法規に定められた濃度で規制されているため，それに対応する試料採取と測定をしなければならない。

この方法による全ベータ放射能の測定結果は α 核種を含まない未知核種の規制濃度に対応できる。ただし，トリチウム，炭素－14などの軟 β 放射性核種の大部分は測定にかからないので充分注意する必要がある。

1）塩分濃度の高いものについては海水に準ずる。

5.2 測定試料の調製法

試料中の浮遊物または沈殿物の有無を観察する。

(1) 試料中の浮遊物または沈殿物が著しくないときには，より振りまぜて均一にした試料1 l をとる。この際，あらかじめ酸を加えていない試料には，硝酸（３＋４）2mlを加える。試料水を蒸発ザラに移し，沸騰を避けて濃縮[2]し約5 mlとする。つぎに重量既知の測定用試料ザラ（ステンレススチール製内径２５mm）に少量づつ移し，水浴上または赤外線ランプ[3]の下で乾燥する。蒸発ザラは少量づつの水で洗い，洗液は前記試料ザラに合して完全に乾燥する。これをデシケータ[4]中で放冷した後，その重量をはかり，放射能測定用試料とする。[5]

(2) 試料中の浮遊物または沈殿物が多いときには，よく振りまぜて均一にした試料1 l をとり，あらかじめ酸を加えていない試料には，硝酸2 ml を加えた後ろ過し，そのろ液については5.2(1)によって操作する。

ろ紙上の残留物は，ろ紙とともにるつぼに入れふたをし，徐々に温度を上げ，[6]必要に応じてふたを取り除き，５００℃をこえないように灰化する。冷却後，硝酸1 ml を加えて水浴上で蒸発乾固する。[7]残留物は重量既知の測定用試料ザラに移し，るつぼは少量づつの水で洗い洗液は前記の試料ザラに移し，水浴上または赤外線ランプ[3]の下で乾燥し，デシケータ[4]中で放冷した後，その重量をはかり，放射能測定用試料とする。

5.3 放射能の測定および計算

第2章放射能計測基準にしたがって測定し3.1.3により放射能濃度を算出する。

5.4 放射能調査記録例

第5.1表に記録例を示す。

2）試料に直接風があたらないように蒸発ザラの上部を扇風器で通風する。あるいは，フラスコの中で弱く減圧，吸引するか，トラップをつけて注意して減圧蒸留し，放射性物質がフラスコの中で水滴または霧中に含まれて留去されないように気をつける。

3）沸騰を避ける。

4）乾燥剤は硫酸，塩化カルシウムまたは乾燥用シリカゲルのいずれでもよい。

5）この場合，蒸発によって失われるようなヨウ素その他は測れない。

6）炎が出ないようにする。強熱するときは，パイロメータつき電気炉が最もよい。原則として灰化はまず，有機物を炭化させ，つぎに硝酸少量を加えて強熱し，よく酸化して白色の灰分とする。ただし，鉱酸を使うと電気炉が侵されるから注意を要する。灰分が白色にならないときは希硝酸を加え，ガスバーナーを用いて灰化を繰り返す。

7）なるべく遊離の硝酸を追い出す。必要ならば更に水を加えて加熱する。

第5.1表　陸水の放射能調査記録例

計数装置	○○製　A－X型
計数台	××製　B－Y型
使用計数管	△△製　C－Z型
マイカ窓の厚さ	○○mg／cm^2
窓からの距離	○段目　（約○○mm）
比較試料	U_3O_8
試料ザラの形状材質	ステンレススチール製内径25mm

担当者

上水（試料：1ℓ）

試料番号	採水地	採水部位	水温 ℃	採水年月日	測定年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率）	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率）	放射能濃度 pCi／ℓ	蒸発残留物 mg／ℓ	備考
1	○○区 ○○研究所	蛇口	24	○○○ 9.00AM	○○○	9.5±1.1 （84mg）	17.3±0.5	0.6±0.7	2.4	8.4	ろ過しない
2	○○貯水池 ○○取入口	原水	19	○○○ 3.00PM	○○○	25.4±1.3 （203mg）	17.3±0.5	2.3±0.8	7.4	20.3	〃

（注）　採水時に最も近い降雨の日時を併記する。

○月○日○時　降雨あり

井水（試料：1ℓ）

試料番号	採水地	地表からの深さ m	水温 ℃	外観	採水年月日	測定年月日	比較試料計数表（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm／ℓ	放射能濃度 pCi／ℓ	蒸発残留物 mg／ℓ	備考
1 1—沈	○○区○○丁目	7 〃	25 〃	沈殿少量 〃	○○○ 〃	○○○ 〃	13.3±1.2 2.6±1.8	17.5±0.5 17.5±0.5	1.3±0.1 1.8±0.1	4.3 8.0	105 40（灰分）	沈殿あり，ろ過（No5 A）ろ過部分 沈殿部分

注）　上水の例に準ずる（省略）

天水（試料：1ℓ）

試料番号	採水地	水温 ℃	外観	採水年月日	測定年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm/ℓ	放射能濃度 pCi/ℓ	蒸発残留物 mg/ℓ	備考
1	○○県○○島	21	透明	○○○	○○○	41.4±1.5	17.5±0.5	12.2±1.1	43.8	36.5	砂利層1cmを通す 水層コンクリート製1.5×1.5×4m 水量約2,000ℓ ろ過しない 降り始めの雨はよく気をつけて入れていない

注）　上水の例に準ずる（省略）

河川水，湖沼水，池水（試料：1ℓ）

試料番号	採水地	深さ m	水温 ℃	外観	採水年月日	測定年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm/ℓ	放射能濃度 pCi/ℓ	蒸発残留物 mg/ℓ	備考
1	○○町○○地	2	2.5	ほとんど透明	○○○	○○○	24.8±1.3	17.8±0.6	7.8±1.6	26.1	203	ろ過しない

注）　上水の例に準ずる（省略）

施設排水（試料：1ℓ）

試料番号	採水地	水温 ℃	外観	採水年月日	測定年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm/ℓ	放射能濃度 pCi/ℓ	蒸発残留物 mg/ℓ	備考
1	○○事業所放水口	26	透明	○○○	○○○	13.3±1.2	17.5±0.5	1.3±0.1	43	105	ろ過しない

第6章　農　作　物

6.1　試料採取法

農作物は種類も多く，また作付面積や収穫期なども異なるので，いずれもその地域，圃場を代表するような試料を採取することが望ましい。[1)]

1. 穀　類

米麦については，収穫期に行う。水稲の試料採取は圃場内に生育が平均的と思われる場所を数ケ所を選び，その一定面積上を刈り取る。さらに，平均的な穂揃いの株を選びこれらをダッコクして試料とする。陸稲，麦類の採取法も上記に準じて行う。

2. 葉菜類

栽植密度が比較的密で広い所で栽培されている場合には，圃場内の各うねから，数列おきに比較的均一である場所を数ケ所選び採取する。

3. 根菜類

採取法は2に準ずるが，採取した試料から，さらに大きさ，重さなど平均的なものを選びだす。

4. 牧　草

牧草地の広さに応じて，等面積に数～十数区画に区分し，各区分の中心部における一定面積上の牧草を採取する。

5. 茶

茶葉の採取時期は摘採適期（出開度６０～７０％）に行うことが望ましい。茶の場合は，茶幹，根より葉が重要であるので，普通生長点と上位三葉を摘む。

6.2　測定試料の調製法

(1) 乾燥試料は，そのままあるいは必要に応じて粉砕し，その一定量[2)]を磁器蒸発ザラにとり，電気炉中で，はじめ低温で炎が出ないように注意して徐々に加熱炭化し，更に５００℃をこえない程度で灰化する。

(2) 灰化した試料は冷却後，全灰分の重量をはかり，その中から５００mgを測定用試料ザラ（ステンレススチール製，内径２５mm）にとり，アセトンで試料を湿して一様に拡げ，赤外線ランプで乾燥し，放射能測定用試料とする。

6.3　放射能の測定および計算

第２章放射能計測基準にしたがって測定し，次式から新鮮重１ｇ当りの放射能濃度を計算する。

$$a = a' \times K \times 10^{-2} \quad (pCi/g\ 生)$$

ここで　a：新鮮重1g当り放射能濃度（pCi／g 生）

a′：灰分1g当り放射能濃度（pCi／g 灰分）

K：灰　分（%）

6.4　放射能調査記録例

第6.1表に記録例を示す。

1）洗浄の条件によっては放射性物質がかなり洗い流されるので，通常の野菜，果実類は単に土砂を取り除く程度に水洗し，穀類は洗浄しないことにする。調査の目的によって他の洗浄方法を採用してもよいが，その洗浄条件を明記する必要がある。

2）例えば穀類５０～１００ｇ，茎葉５～１０ｇ，茶１５ｇ位が適当である。

第 6. 1 表　農作物の放射能調査記録例

計数装置	○ ○ 製 A X 型
計数台	× × B Y 型
使用計数管	△ △ C Z 型
マイカ窓の厚さ	○ ○ mg／cm²
窓からの距離	○ 段 目（約 ○ ○mm）
比較試料	KCl
試料ザラの形状材質	ステンレススチール製内径25 mm

担当者

試料番号	種類部位 *	採取および入手場所	採取および入手年月日	測定年月日	新鮮重重量 g	灰分新鮮物当り %	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率）灰分500mg当り cpm	放射能濃度（含K） 灰分1g当り pCi	放射能濃度（含K） 新鮮重1g当り pCi	備考
1	ほうれん草 茎葉（水洗後）	○○町○○	○○○	○○○	20	3.02	76.2±2.7	15.0±0.4	92+3	240	14	
30	緑菜新芽	○○郡○○	○○○	○○○	15	4.1	74.0±2.5	19.1±0.5	115±4	294	24	
150	牧草 地上部	○○市○○町	○○○	○○○	20	5.3	75.2±30	17.6±0.4	15.8±1.5	5.2	0.6	

＊ 葉菜等の水洗前後に測定する場合は部位の項に（水洗前）（水洗後）と記入する。

第７章　牛　　乳

7.1　試料採取法

なるべく多数頭よりしぼりとったものを供試料とする。試料はなるべく早目に秤量あるいは測容する。時間がたつとクリーム，脱脂乳の２層に分離し，試料が不均一となる。もし二層に分離した試料を用いねばならぬときは十分に混合し，さらに容器壁に付着した成分をできるだけ完全に分離して試料に加える。また長時間置かねばならぬときは防腐剤として牛乳１ℓにつきホルマリン１０mℓを添加する。

7.2　測定試料の調製

(1) 牛乳１００mlを磁器蒸発ザラにとり，水浴上で濃縮乾固したのち，徐々に熱を加えて炭化し，更に５００℃をこえない程度で電気炉中で灰化する。冷却後,灰化不十分な場合には，ガスバーナー上で静かに加温しつつ，過酸化水素水（３０％）３～５mlを注意しながら，徐々に加え，乾燥後また電気炉中に入れ，充分灰化するまでこの操作を繰り返す。

冷却後，全灰分量を定量し，そのうちから５００mgを測定用試料ザラ（ステンレススチール製内径２５mm）にとり，アセトンで湿して，一様にひろげ赤外線ランプで乾燥して放射能測定用試料とする。

7.3　放射能の測定および計算

第２章放射能計測基準にしたがって測定し，次式から新鮮物1ml当りの放射能濃度を計算する。

$$a = a' \times K \quad (\mathrm{pCi}/\text{新鮮物}1\,\mathrm{ml})$$

ここで　a：新鮮物1ml当りの放射能濃度（pCi／新鮮物１ml）

a′：灰分１ｇ当りの放射能濃度（pCi／灰分１ｇ）

K：灰　　分（ｇ／ml）

7.4　放射能調査記録例

第7.1表に記録例を示す。

第 7. 1 表　牛乳の放射能調査記録例

計数装置	○○製　A－X型
計数台	××製　B－Y型
使用計数管	△△製　C－Z型
マイカ窓の厚さ	○○ mg／cm^2
窓からの距離	○段目（約○○mm）
比較試料	KCl
計料ザラの形状材質	ステンレススチール製内径25mm

担当者

試料番号	種類	入手場所	手取年月日	測定年月日	新鮮物重量 ml	灰分 新鮮物当り g／100ml	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率） 灰分500mg当り cpm	放射能濃度（含K） 灰分1g当り pCi	放射能濃度（含K） 新鮮物1ml当り pCi	備考
200	牛乳	○○市○○町	○○○	○○○	100	0.78	78.6±3.6	18.2±0.6	18.2±2.4	9.7	0.1	

第８章　土壌および海底堆積物

土壌および海底堆積物の放射能測定法として大面積ＧＭ計数管による直接測定法を掲げる。

8.1　土　　壌

8.1.1　試料採取法

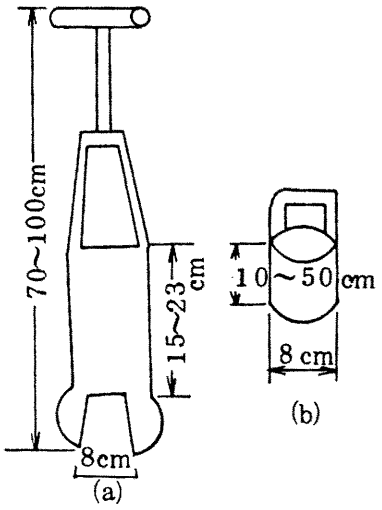
土壌の採取地は，その地域の地形，地質，土壌の性質などのほか，その地域の気象条件を考慮し，さらに未耕地土壌の場合には，周囲に障害物のなく，常時土面が露出しており，侵食，崩壊，人為的攪乱および植生などの影響が少ない，平担な場所を選ぶ。また農耕地の場合には，土地利用形態（地目），作物の種類，および栽培，施肥，灌がいなどの諸条件を考慮して圃場を選び，その地域あるいは圃場を代表する性質を備えた土壌を採取することが望ましい。

(1)　未　耕　土

未耕土で単位面積当りの放射能蓄積量をも同時に求める場合は，“選定された一定面積の採取地”内に土壌採取地点を数～３０ケ所ぐらい設定し，その面積で深さ０～２cm，２～１０cmの二層を採取する。

(2)　耕　　土

耕地から土壌を採取する場合は“選定された一定面積の採取地”内に，土壌採取地点を数～１０ケ所設定し，各地点の作土および心土層の二層を対象に試料を採取する。この場合，第8.1図のような鉄製円筒状土壌採取器を用いると採取は容易である。



第 8.1 図　土壌採取器

8.1.2　試料調製法

各地点から採取した土壌は，新鮮重をはかったのち，層別に混合し，清浄なステンレス板，プラスチック板などに拡げ，直射日光をさけて風乾する。その間時々指で土塊を破砕し，しばしば攪伴する。植物根がある場合はこれを除き，十分風乾したのち秤量し，さらにその一定量を2mmのふるいを通して小石を除き，全量を秤量して，“風乾細土”の全土壌に対する百分率を算出しておく。なお細土は広口ビンかポリエチレンなどの袋に入れて保存し，放射能測定に供試する際，その一定量（２～５ｇ）を秤量ビンにとり１０５～１１０℃で一夜乾燥して恒量を求め，その乾土百分率（水分含量の補正）を算出しておく。採取面積，全新鮮重，細土百分率[1]および乾土百分率[2]から単位面積当りへの換算係数を求めておく。

8.1.3　測定試料の調製法[3)]

風乾調製した細土を測定用試料ザラ（ステンレススチール製，内径50mm高さ6mm）に5～10gをとり秤量して重量を求める。少量のアセトンを加えて懸濁させ，赤外線ランプ下で乾燥して放射能測定用試料とする。

8.2　海底堆積物

8.2.1　試料採取法と保存

試料採取地点は潮流，底質，水深などを考慮し，選定する。採取器は，採取場所の状況に応じて使いわけられるが，一般にはグラブ式，ドレッジ式，採泥器が用いられる。

(1)　グラブ式（スミスマッキンタイヤ採泥器）の場合は，ワイヤーの先端に採泥器を取り付けワイヤーをくり出し，着底が確かめられたら直ちに捲き上げる。採取された海底土は，表面から一定の深さを移植ゴテなどを用いてすくい取り，ポリエチレン容器（3～5ℓ）に取り必要ならばホルマリンまたはエチルアルコールを加え保存する。

なお，試料採取量が少なくてよい場合は，エクマンバージまたはマルカー式採泥器が便利である。

(2)　ドレッジ式（カンナ型採泥器）の場合，水深の3～4倍の長さのロープを採泥器に取り付け採泥器を着底させ，ロープをのばし船を移動させ採泥を行った後，船をアンカーで固定し，ロープをたぐり採泥器を引き上げ，取出し口から泥を取り容器に移し保存する。

8.2.2　試料調製法

試料をよく混合したのち孔径2mmの金属ふるいに通す。分別に海水または蒸留水が必要な場合はなるべく少量を用いる。ふるいを通した試料を水きりした後110℃で乾燥し乾燥重量を測定する。試料が塊状になった場合は，乳鉢などで粉砕する。

8.2.3　測定試料の調製法

8.1.3参照。

1）細土百分率（%）$= \dfrac{\text{風乾細土全量（g）}}{\text{全新鮮量（g）}} \times 100$

2）乾土百分率（%）$= \dfrac{\text{乾土恒量値（g）}}{\text{風乾細土の量（g）}} \times 100$

3）内径25mmの測定用試料ザラしか入らない測定台を使用する場合は，全放射能測定法（昭和35年）の塩酸抽出法による。

8.3 放射能の測定および計算

8.3.1 土　壌

窓直径５０mmの大面積端窓型GM計数管を用い第２章放射能計測基準にしたがって計測し，乾土１ｇ当りの放射能濃度および１ km^2 当りの放射能濃度を計算する。

なお，測定時に風乾細土を１０５～１１０℃で乾燥して求めた乾土恒量値より乾土百分率[2)]を計算しておく。

$$a'' = a' \times \frac{100}{D} \ (\mathrm{pCi/g}), \quad W'' = W' \times \frac{D}{100} \ (\mathrm{g})$$

$$a = a'' \times W'' \times \frac{10}{S} \ (\mathrm{mCi/kg})$$

ここで，D：乾土百分率（％）

a：１ km^2 当りの放射能濃度（ mCi/km^2）

a′：風乾細土１ｇ当りの放射能濃度（ pCi／g ）

a″：乾土１ｇ当りの放射能濃度（ pCi／g ）

W′：風乾細土全量（ g ）

W″：乾土全量（ g ）

S：試料採取面積（ cm^2）

8.3.2 海底堆積物

窓直径５０mm の大面積端窓型ＧＭ計数管を用い第２章放射能計測基準にしたがって測定し，乾土（乾燥堆積物）１ｇ当りの放射能濃度を計算する。

8.4 放射能調査記録例

第8.1表，第8.2表に記録例を示す。

第 8. 1 表　土壌の放射能調査記録例

計数装置	○○製 A－X 型
計数台	××製 B－Y 型
使用計数管	△△製 C－Z 型
マイカ窓の厚さ	○mg／cm²
窓からの距離	○段目（約○mm）
比較試料	KCl
計料ザラの形状材質	ステンレススチール製内径 50mm

担当者

地点番号	試料番号	採取年月日	採取個所 地名種類深さ	採取方法	採取面積 cm²	乾土全量 g	測定年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率）乾土1g当り cpm	放射能濃度（含K） 乾土1g当り pCi	放射能濃度（含K） mCi／km²	備考
1141	31S1141	○○○	○○町○○○ 畑，土 10m	0φ×0 mm 円筒									

第 8. 2 表　海底堆積物の放射能調査記録例

計数装置	○○製A－X型
計数台	××製B－Y型
使用計数管	△・△製C－Z型
マイカ窓の厚さ	○（mg／cm²）
窓からの距離	○段目（約○mm）
比較試料	KC1
計料ザラの形状材質	ステンレススチール製内径50mm

担当者

地点番号	試料番号	採取年月日	採取個所			採取方法	乾土全量 g	測定年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率）乾土1g当り cpm	放射能濃度 乾土1g当り pCi	備考
			地名	種類	水深								
	M－1	○○○	○○沖 500m	砂泥	7m	エクマンバージ採泥器							

第9章　海　産　生　物

9.1　試料採取法と保存

(1)　海産生物はその種類によって食性，生態及び分布状況などが著しく，異なるから，調査の目的に沿った生物種を選定する必要がある。

目的によっては周年採取できるような種類を選定することも必要である。

1.　魚　　類

対象魚種及び漁場の条件に応じて適当な漁具を用いる。試料は同重量のエチルアルコールを加え容器に保存する。

2.　附着生物

採取にはスクレイパー，磯タガネなどのかきとり用具と，たも，かごなどを準備，これらの容器で受けながらかき落す。この時死殻が混入しないように注意する。これらの試料はなるべく早く肉質部を取り出し，同重量のエチルアルコールを加え容器に保存する。

3.　海　　藻

有用海藻の場合は地域によって採取時期が定められている場合が多いので，地域の漁業協同組合などに採取依頼して採取購入するのが良い。水面下に生えている未利用海藻などは，クマデなどの採取用具を用いるか水中に入ってむしり取る。海藻類には他の生物が付着している場合があるので，これらを出来るだけ取り除き，淡水で洗い水切り後秤量し風乾して保存する。

9.2　測定試料の調製法

(1)　試料の固体が大きい場合には必要に応じて，外皮（カラ），筋肉内臓諸器管などに分割する。

(2)　試料の湿重量を測定したのち，７０～１１０℃で数時間通風乾燥した後，ガスで炭化し，さらに電気炉中で５００℃をこえない程度で充分灰化する。試料の保存に用いた，アルコールは蒸発，乾固，灰化して試料成分に含める。

(3)　灰化した試料は，冷却後，全灰分の重量をはかり，そのなかから５００mg[1]を試料ザラに採り，アセトンで試料を湿して一様にならし，赤外線ランプ下で乾燥し，放射能測定用試料とする。

9.3　放射能の測定および計算

第２章放射能計測基準にしたがって測定し，次式から新鮮重１ｇ当たりの放射能濃度を計算する。

1）灰分５００mgが得られない場合は，その全量を用い結果にそのことを付記する。

$$a = a' \times K \times 10^{-2} \quad (\text{pCi／新鮮重1g})$$

ここで　a：新鮮重1g当たりの放射能濃度（pCi／新鮮種1g）

a′：灰分1g当たりの放射能濃度（pCi灰分1g）

K：灰分（%）

9.4　放射能調査記録例

第9.1表に記録例を示す。

第 9. 1 表　海産生物の放射能調査記録例

計数装置	○○製　A－X型
計数台	××製　B－Y型
使用計数管	△△製　C－Z型
マイク窓の厚さ	○○mg／cm²
窓からの距離	○段目（約○○mm）
比較試料	KCl
計料ザラの形状材質	ステンレススチール製内径25mm

担当者

採取個所	採取年月日	採取層	採取種類および方法	部分	測定年月日	灰分 新鮮物当り %	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率）灰分500mg当り cpm	放射能濃度（含K） 灰分1g当り pCi	新鮮重1g当り pCi	備考
○°○′沖 ○°○′N ○°○′E	○○○○年 ○月○日	表層	㋐F 水平 ひき	アジ混合（全体）（主動物）	○○○○年 ○月○日	1.35	69.8±1.9	18.1±0.8	517.5±4.3	29.24	39.5	
	○○○○年 ○月○日			かれい（筋肉）	○○○○年 ○月○日	1.5	69.0±1.9	12.8±1.9	31.7±1.4	73.2	1.1	

付　録Ⅰ

本マニアルと１９６３年度版「全放射能測定法」との改訂内容は下記のとおりである

(1)　表題「放射能測定法」を「全ベータ放射能測定法」とした。

(2)　この分析法の誤まった使用を避けるため，序論で全ベータ測定の意義と適用範囲を述べた。

(3)　データの表示を次の如く行うこととした。

　(イ)　自然放射能の寄与をも含めて表示する。

　(ロ)　計測値がN≦3ΔNの場合には“検出されず”と表示する。

(4)　海水の共沈法として，従来の鉄バリウム法の他に ^{59}Fe，^{60}Co，^{65}Zn，^{106}Ru 等を効率よく共沈させる硫化コバルト法を加えた。

(5)　陸水の章に新たに施設排水を加えた。

(6)　蓄産物は牛乳を対象とした。

(7)　土壌，海底堆積物の測定法は塩酸抽出による方法を省略し，大面積ＧＭ計数管を用いる直接測定法を加えた。

なお，今回の改訂に際しての主旨等については，第１章序論に詳細に述べてあるので参照されたい。

文部科学省放射能測定法シリーズ

1．全ベータ放射能測定法	昭和 51 年 9 月 (2 訂)
2．放射性ストロンチウム分析法	昭和 58 年12 月 (3 訂)
3．放射性セシウム分析法	昭和 51 年 9 月 (1 訂)
4．放射性ヨウ素分析法	平成 8 年 3 月 (2 訂)
5．放射性コバルト分析法	平成 2 年 2 月 (1 訂)
6．NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータ機器分析法	昭和 49 年 1 月
7．ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー	平成 4 年 8 月 (3 訂)
8．放射性ジルコニウム分析法	昭和 51 年 9 月
9．トリチウム分析法	平成 8 年 3 月 (1 訂)
10．放射性ルテニウム分析法	平成 8 年 3 月 (1 訂)
11．放射性セリウム分析法	昭和 52 年10 月
12．プルトニウム分析法	平成 2 年11 月 (1 訂)
13．ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法	昭和 57 年 7 月
14．ウラン分析法	平成 8 年 3 月 (1 訂)
15．緊急時における放射性ヨウ素測定法	昭和 52 年10 月
16．環境試料採取法	昭和 58 年12 月
17．連続モニタによる環境γ線測定法	平成 8 年 3 月 (1 訂)
18．熱ルミネセンス線量計を用いた環境γ線量測定法	平成 2 年 2 月 (1 訂)
19．ラジウム分析法	平成 2 年 2 月
20．空間γ線スペクトル測定法	平成 2 年 2 月
21．アメリシウム分析法	平成 2 年11 月
22．プルトニウム・アメリシウム逐次分析法	平成 2 年11 月
23．液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法	平成 8 年 3 月 (1 訂)
24．緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法	平成 4 年 8 月
25．放射性炭素分析法	平成 5 年 9 月
26．ヨウ素－129 分析法	平成 8 年 3 月

全ベータ放射能測定法

昭和52年12月 1日 第1刷 発行
平成12年10月31日 第7刷 発行

発 行 所

財団法人 日本分析センター

〒263-0002 千葉県千葉市稲毛区山王町 295-3
電 話 (043) 423－5325 (代表)
(043) 424－8663 (直通)
FAX (043) 423－4071