

TN8430 86-019

PNC ~~18430-86-02~~

内部資料

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。 2001. 6. 20

[技術情報室]

英国セラフィールド周辺における 環境モニタリングの現状

Present Status of Radioactive Discharges and Environmental Monitoring
around Sellafield Site in United Kingdom

1986年1月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所安全管理部

Health and Safety Division
Tokai Works
Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

英国セラフィールド周辺における 環境モニタリングの現状

Present Status of Radioactive Discharges and Environmental Monitoring
around Sellafield Site in United Kingdom

実施責任者 岩井 誠*
(環境安全課長)

報告者 浅野 智宏*
岡村 泰治*
岡 努*

要 旨

本報告書は、英国セラフィールド再処理施設からの放射性廃棄物の放出と環境モニタリングの現状として、施設設置者としての British Nuclear Fuels plc (BNFL) 及び規制側としての英国農水産食料省 (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: MAFF) が実施しているモニタリング結果の報告書を基に、セラフィールド周辺において実施されている環境監視についてまとめたものである。施設自体に関する情報については必ずしも十分ではないが、放射性廃棄物の放出及び環境モニタリングの観点からは、有益な情報と考えられる。

再処理施設周辺の環境モニタリングの実施にあたり、我が国の法規制、安全審査の経緯等を考慮することはもちろんであるが、諸外国の現状を把握することも重要なことである。今後とも諸外国の情報の収集と現状の把握に努めたい。

目 次

1. はじめに	1
2. 英国の現状	
2.1 BNFLの概要	2
2.2 法規制の概要	4
3. セラフィールドからの放射性廃棄物の放出	
3.1 海洋放出	6
3.2 大気放出	14
3.3 廃棄物処分	16
4. BNFLによるセラフィールド周辺の環境モニタリング	
4.1 環境監視計画	18
4.2 海洋放射能モニタリング	28
4.3 陸上放射能モニタリング	33
5. MAFFによるセラフィールド周辺の環境モニタリング	38
6. 東海再処理施設との比較	
6.1 放射性廃棄物の放出	51
6.2 環境監視計画の比較	55
6.3 被ばく評価の比較	62
7. おわりに	64

1. はじめに

東海再処理施設は、昭和52年9月からホット試験を開始し、54年、55年の使用前検査を経て56年1月から本格操業を開始した。57年に濃縮ウラン溶解槽及び酸回収蒸発缶に不具合が発生したものの、補修工事を終了し、また溶解槽については新溶解槽（R-12）を設置し、試験を経た後、60年2月から運転を再開した。以来、順調な操業を行い、85年キャンペーンを終了した時点で、ホット試験からの累積処理量は、252.8トンに達した。

東海事業所の環境モニタリングは、昭和46年から事前調査として操業前バックグラウンド・レベルの調査が開始され、50年に保安規定が認可され環境監視計画が定められた。その後、本格操業開始後1年を経過した57年に、監視計画を見直し、現在に至っている。すなわち、環境モニタリングとしては、事前調査を含めると過去15年間実施してきており、周辺環境における放射能レベルを把握するという観点からはさまざまな知見が得られてきた。また、施設影響としては、問題となるような長期的影響は特に認められていない。

一方、諸外国の再処理施設に目を転じた場合、英国のセラフィールド、仏国のラ・アーク及びマルクールにおいて商業用の再処理施設が操業を行っており、この他西ドイツのカールスルーエなどの開発研究用の再処理施設がある。

本報告書は、これらの施設の内、英国のセラフィールドからの放射性廃棄物の放出と環境モニタリングの現状についてまとめたものである。セラフィールド再処理施設は、British Nuclear Fuels plc（以下「BNFL」と略す）が操業を行っており、1981年まではウインズケールと称していた。その施設影響は、社会的問題として取り上げられたこともあり、また環境モニタリングに係る情報についても、BNFLが施設者として実施している結果及び英国農水産食料省（Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: MAFF）が国として実施している結果等が報告書としてまとめられている。

本報告書では、施設設置者側のモニタリングについては“Annual Report on Radioactive Discharges and Monitoring of the Environment 1984”に収録されている情報を中心に、また規制側のモニタリングについては“Aquatic Environment Monitoring Report No.11; LOWESTOFT 1984”に収録されている情報を中心に、セラフィールド周辺において実施されている環境監視についてまとめたものである。施設自体に関する情報については必ずしも十分ではないが、放射性廃棄物の放出及び環境モニタリングの観点からは、有益な情報と考えられる。

2. 英国の現状

2.1 BNF Lの概要

英国の主要な原子力関係施設を図2-1に示す。これらの内BNF Lに所属する施設は、●印で示した施設である。BNF Lは、ウランの精製/濃縮、ウラン・プルトニウムの燃料製造、使用済燃料の再処理、核物質及び放射性廃棄物の調整と貯蔵といった核燃料全般にわたる事業だけでなく、チャペルクロスとコールダーホールにマグノックス型の原子炉を持っている。

以下にBNF Lの各事業所における事業の概要について記載する。

(1) セラフィールド (Sellafield Site and Drigg Storage and Disposal Site)

セラフィールドには、ウインズケール事業所とコールダーホール事業所があり、その主な事業は、使用済燃料の再処理と核物質及び放射性廃棄物の調整と貯蔵である。また、プルトニウムを用いて高速増殖炉燃料の製造も行なっている。また、コールダーホール原子力発電所の運転も行なっている。同敷地内には、United Kingdom Atomic Energy Agency (UKAEA) のウインズケール原子力開発研究所も設置されている。

使用済燃料の処理に伴い発生する核分裂生成物の99.9%以上は、同サイト内に貯蔵しており、残りの0.1%が大気及び海洋に放出され、また、固化体廃棄物としてドリッグで処分される。

(2) チャペルクロス (Chapelcross Works)

チャペルクロス事業所は、ダンフリーズ州のアナン町の近くに位置しており、コールダーホール型の原子力発電所を有している。

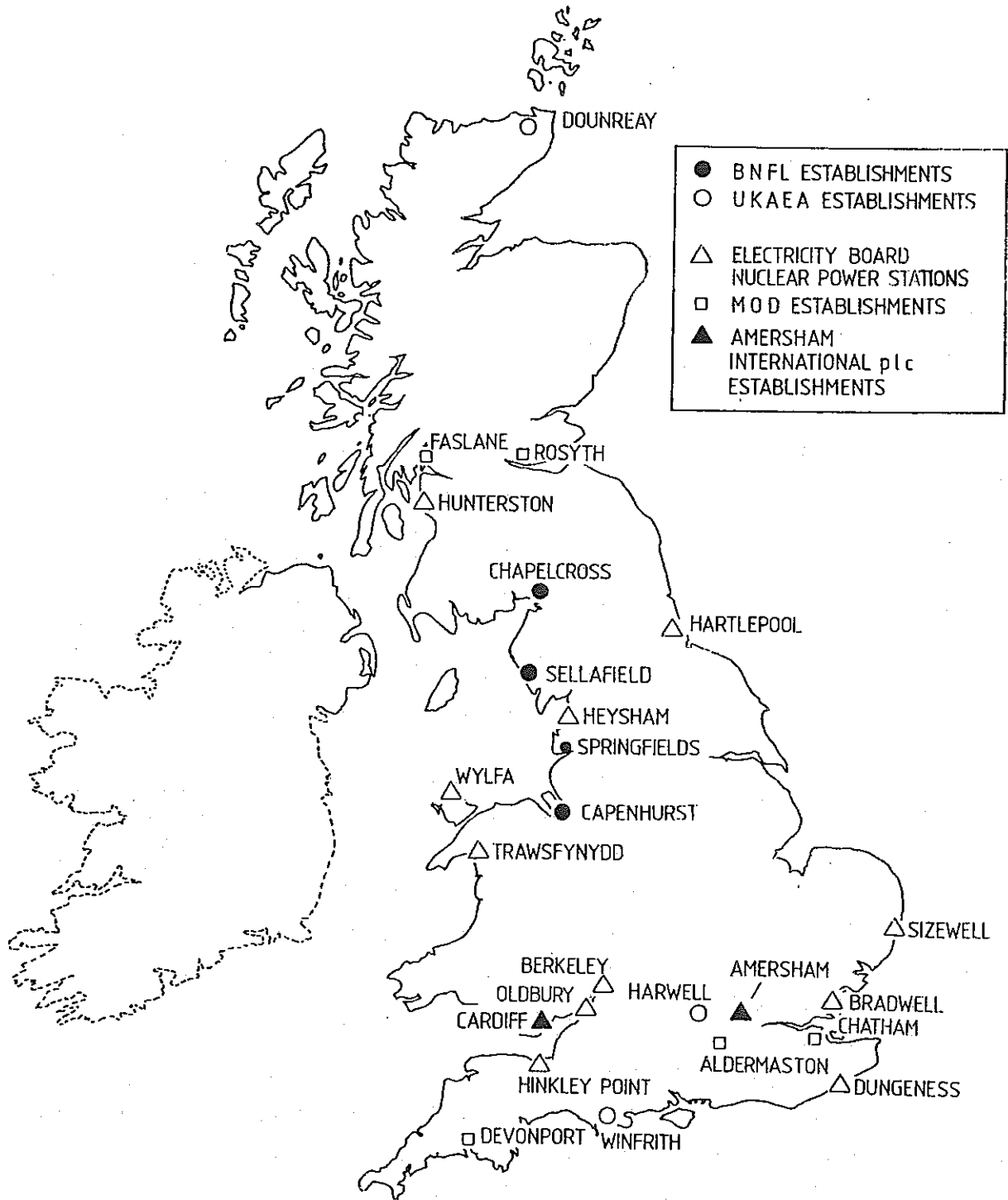
(3) スプリングフィールド (Springfields Works and Ulnes Walton Disposal Site)

ウラン鉱のほとんどがこの事業所に持ちこまれ、転換される。また、Ulnes Walton 固化体廃棄物の処分場を有している。同敷地内には、UKAEAのスプリングフィールド原子力開発研究所も設置されている。

(4) カーペンハースト (Capenhurst Works)

カーペンハーストには、ウラン濃縮工場が運転されている。ガス拡散工場は、1982年に閉鎖され、現在解体処分中であるが、遠心分離工場が1977年から運転を開始し、1982年からは第2工場が本格運転に入っている。

"Annual Report on Radioactive Discharges and Monitoring of the Environment 1984"では、各事業所周辺のモニタリングについて記載されているが、本報告書では、再処理施設を有するセラフィールドについて記載する。



⊗ 2 - 1 UK nuclear establishments giving rise to principal discharges of liquid radioactive waste.

2.2 法規制の概要

放射性廃棄物の管理については、放射性物質に関する法令 (Radioactive Substances Act, 1960) の各条項により規制を受ける。同法令の下では、BNFLの放射性廃棄物の放出は、イングランドに設置している施設についてはDOE (Department of Environment)及びMAFFが、スコットランドに設置している施設についてはSDD (Scottish Development Department)が、協議の上定めた認可証明 (Certificates of Authorisation) に従ってなされることが許可されている。これによれば、処分方法や放出量に関連した制限値や条件については、試料を分析し、記録を保管することとなっている。

1982年政府は、専門家の意見を取り入れ1959年の放射性廃棄物の管理に関する白書を改訂した。放射性廃棄物の管理の目的は、NRPBにより拡張、解釈されたICRPの線量制限体系に基づき継続することである。

その中では管理の対象等を改訂しており、これに基づき規制当局は認可条件に放出基準を導入した。その内容は、以下のとおりである。

- a. 放射性廃棄物に関するすべての行為は、正当化されなければならない。すなわち、行為の必要性を総利益の観点から立証しなければならない。
- b. 放射性廃棄物に起因する個人被ばく線量及び集団線量は、経済及び社会的要因を考慮して、ALARAの精神に基づき低減されるべきである。
- c. 自然放射線及び医療による被ばくを除く、すべての要因による決定グループの代表に対する平均実効線量当量は、一年について5mSvをこえてはならない。

また、NRPBの提言によれば、bと最適化の概念を導入することにより、5mSvの線量限度は、ほとんどの場合、生涯に渡る全身線量として年間平均1mSv以下の平均線量当量になる。

一方、BNFL本社の安全管理部長 (Director of Health and Safety) は、安全と環境保護の観点からBNFLの体制を積極的に改革し、また適宜関係箇所と協力を行なった。重役連と事業所間の親密な意志の疎通により、社内の意志統一を図ることができたし、また、規制当局とも連絡を継続した。

各事業所の担当者は、BNFL社の方針に添って安全と環境保護について責任を持ち廃棄物処分にあたっては、各基準の中で操業を行なった。事業所担当も規制当局との直接の接触を継続した。各事業所には、保健物理部があり、関連する提言や環境モニタリングを実施している。

BNFL社の体制は、法の要求の下でうまくいくようになり、被ばく線量についてもALARAの精神を保つことができるようになった。さらに、放射性廃棄物管理諮問委員会 (Radioactive Waste Management Advisory Committee : RWMAC) は、各年間の原子力施設からの放出による決定グループの代表者の受ける実効線量当量は、もはや0.5mSvを越えることはないであろうとの勧告を行なった。このことは、BNFLの1976年の勧告やこれまでの年報のなかでもふれてきたことである。なお、アクチニドに起因する被ばく線量については、ファクター2程度の安全裕度をもって計算を行なっている。

BNFL社は、決定グループに対する被ばく線量の評価を行ない、その値を公開している。このためには、

- (1) 決定グループの詳細とその生活習慣

(2) 環境試料中の放射線及び放射能

(3) 経口及び呼吸摂取に起因する被ばく線量

が必要である。(1)については、規制当局(DOE, MAFFまたはSDD)により準備されており、(2)については、評価モデルに対応したBNFLの環境監視計画により求められる。また、(3)については、ICRP及びNRPBの勧告値に基づいている。被ばく線量は、実効線量当量として計算されている。単位は、mSv/年である。

3. セラフィールドからの放射性廃棄物の放出

3.1 海洋放出

海洋放出管を介した海洋放出については、Certificates of Authorisation により規制を受けている。Certificacates は、1980年に新海洋放出管の使用に当って規制当局により受理され、1983年に1982年の白書を受けた形で、ALARAの条項を取り入れて改訂を行なった。さらに、ここ数年間で実質的な放出量の低減化を図ることができたことから、1984年12月にその変更を提案し、1985年1月1日から変更した。その概要は、以下のとおりである。

- a. 全βについて、連続した2日間において 7,000 Ci を越えないこと。また、連続した3ヶ月間において 50,000 Ci を越えないこと。
- b. Ru-106 について、連続した2日間において 1,500 Ci を越えないこと。また、連続した3ヶ月間において 10,000 Ci を越えないこと。
- c. Sr-90 について、連続した3ヶ月間において 5,000 Ci を越えないこと。
- d. 全αについて、連続した2日間において 30 Ci を越えないこと。また、連続した3ヶ月間において 200 Ci を越えないこと。また、連続した12ヶ月間において 600 Ci を越えないこと。
- e. TBPについての放出濃度は、 300 g/m^3 を越えないこと。
- f. 廃水に含まれる有機溶剤の低減化措置を講ずること。

この変更は、従来よりもさらに制限された放出量となっており、そのALARA型の条件は、「BNFLは、実行可能な限り放出量の低減が図れるように最適な実行的手段を講じること」であり、また有機溶剤と粒子状物質についても放出量の制限値を設けている。この認可条件は、新廃液処理施設 (Site Ion Exchange Effluent Treatment Plant: S I X E P 及び Salt Evaporator) とマグノックス燃料貯蔵施設及び脱被覆(decanning)処理量の増加を考慮して、1986年からの実効が期待されている。

液体廃棄物は、2つの主要な廃水系 (major stream) と2つの付属的な廃水系 (minor stream) から構成されており、各系ともに放出管を介して海洋に放出される。主要な廃水系の1つは、マグノックス燃料貯蔵施設及び脱被覆施設(decanning plant)からの廃水であり、連続的に海洋に放出されている。もう1つは、その他施設からの廃水であり、コールドホール原子炉、UKAEA原子力開発研究所等からの廃水である。これらの廃水は放出前に一旦貯槽に貯られる。この2つの主要廃水系からの海洋放出放射エネルギーで全体の99.9%を占める。2つの付属廃水系は、洗濯廃水と surface water lagoon からのものである。

放出量を測定するために、主要廃水系からプロポーショナル・サンプラーにより連続的に廃水試料の採取を行ない、合成試料を採取している。2つの付属廃水系については、日単位で試料の採取を行なっている。

マグノックス燃料貯蔵施設及び脱被覆施設からの廃水は、規制当局に認められた方法で、全β及び全αについては毎日、Cs-137のような単独核種については週あるいは月単位で測定を行なっている。もう1つの主要廃水系については、放出前に全β及び全αの測定を行っており、その後核種ごとの詳細な測定を行なっている。さらに貯蔵施設の設置と

個々の施設からの寄与の分析により、予期しない放射能放出の早期検出と必要に応じて各施設からの放出量を抑えるための措置を講じることが可能になった。2つの付属廃水系については、全 β 及び全 α についてのみ測定を行なっている。

1976年から1984年までの各年の海洋放出量を表3-1～表3-3に示す。表3-1は認可放出量と比較すべき放出量を、表3-2は β 線及び α 線放出核種の各核種ごとの内訳を、また表3-3は低エネルギー β 核種の放出量を示している。なお、BNFL年報では、1978年まではCi単位、1979年～1983年はCiとTBqの両単位併記、1984年はTBq単位での記載である。今後は、Bq単位に統一されて行くこととなるが、現在の我が国の単位の使用状況となじみやすさから、本報告書ではCi単位に統一している。よって、1984年の放出量については、TBqからCiに換算(1TBq=27Ci)したものであり、生データではないことを付記しておく。また、図3-1～図3-3に1971年以降の主要核種の放出量の変化を示す。

Cs-137の放出量の顕著な減少は、1984年に達成できた。これは、マグノックス燃料貯蔵プールに連続的にゼオライト吸着材を使用したこと、またプールをいくつかに分割して使用したことによる。1984年6月に公表した重要研究課題(Top priority study)の結果BNFLの提案した放出放射能低減に係る措置は、政府及び規制当局にも報告された。引き続き、1984年12月、政府は、凝集沈澱施設(floc precipitation plant)の建設に合意し、当該施設は、1991年までには操業を開始する予定である。施設建設費は、約£250M程度になるとみこまれている。これらのことは、パリ委員会にも報告された。

1983年の報告書に、定常の年間保守作業中に施設の洗浄廃液が放出貯槽に移行した事故について記載されている。放出量としては、放出基準値を越えていなかったが、BNFLは1985年なかばに、Radioactive Substances Act 1960及びNuclear Installation Act 1965の下に、6件の訴訟を受けることとなった。BNFLは、1件については弁護を行ない(pleaded guilty)、2件についてはDirection of the Judgeにより棄却、残りの3件について有罪の判決を受けた。その結果、罰金総額£10,000、裁判費用£60,000を支払った。

表 3 - 1 Discharges Subject to Separate Limits within the
Terms of the Pipeline Authorisation

核種	年間放出量 (Ci)								
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
^{90}Sr	10344	11534	16160	6810	9506	7498	8628	5500	1944
^{106}Ru	20698	22053	21897	10615	9295	14330	11316	14948	9396
^{144}Ce	3996	4114	2819	2250	992	467	589	657	243
全 β	183482	192768	192550	109678	116391	103543	95352	67283	32130
全 α	1614	1241	1837	1675	1045	803	769	378	378

表3-2 Discharges Not to Subject to Separate limits Within
the Terms of the Pipeline Authorisation

核 種		年間放出量 (Ci)								
		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
β-emitter	⁶⁰ Co	—	—	28	14	21	20	30	46	35.1
	⁶⁵ Zn	—	—	1	<0.6	0.9	<0.93	<1.1	<1.1	<0.81
	⁸⁹ Sr	—	—	267	203	318	294	<338	<229	<81
	⁹⁵ Zr	3099	2482	2210	1610	1610	3429	5730	5715	4374
	⁹⁵ Nb	5980	5480	3995	2651	2713	5309	8223	10408	8424
	⁹⁹ Tc	—	—	4839	1175	1534	157	97	119	116.1
	¹⁰³ Ru	—	—	231	157	124	296	458	500	226.8
	^{110m} Ag	—	—	9	<0.9	1.2	3.9	3.1	<3.2	<2.7
	¹²⁵ Sb	—	—	786	374	575	705	610	477	324
	¹³⁴ Cs	19953	16066	10909	6363	6464	4530	3736	2412	945
	¹³⁷ Cs	115926	121032	110483	69255	80163	63965	54060	32438	11718
	¹⁵² Eu	—	—	270	99	126	95	<15	<5.8	<5.4
	¹⁵⁴ Eu	—	—	1032	52	53	43	<26	<14	<8.1
¹⁵⁵ Eu	—	—	212	108	113	70	<33	<16	<8.1	
α-emitter	²³⁷ Np	—	—	16	9	18	11	8.3	8.8	8.1
	²³⁸ Pu	1266	981	334	323	186	134	127	78	70.2
	^{239,240} Pu			1233	1012	550	414	434	236	224.1
	²⁴¹ Am	323	99	214	212	223	237	173	60	62.1
	²⁴² Cm	—	—	15	10	9	5	7.5	10	2.7
	^{234,244} Cm	—	—	9	4	5	3	3.7	3.0	2.7
	U	—	—	10936 (kg)	6000 (kg)	4861 (kg)	4499 (kg)	6011 (kg)	2602 (kg)	2037 (kg)

表3-3 Discharges Not included in the Terms of the Pipeline Authorisation

核種	年間放出量 (Ci)								
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
³ H	32460	24716	28371	31779	34678	53086	47170	49490	42822
¹⁴ C	—	—	—	—	—	—	—	—	18.9
³⁶ S	—	—	49	39	28	14	21	22	18.9
⁵⁴ Mn	—	—	6	< 1	< 1.7	< 2.6	< 3.5	< 4.1	< 5.4
⁵⁶ Fe	—	—	63	48	29	34	23	29	24.3
⁶³ Ni	—	—	40	4.9	11	14	13	30	40.5
¹²⁹ I	—	2	2	< 3.3	< 6.5	< 5.1	< 3.7	< 4.8	< 2.7
¹⁴⁷ Pm	—	—	—	—	2323	867	869	672	207.9
²⁴¹ Pu	35048	26517	47928	40383	19684	16127	13105	8944	9315

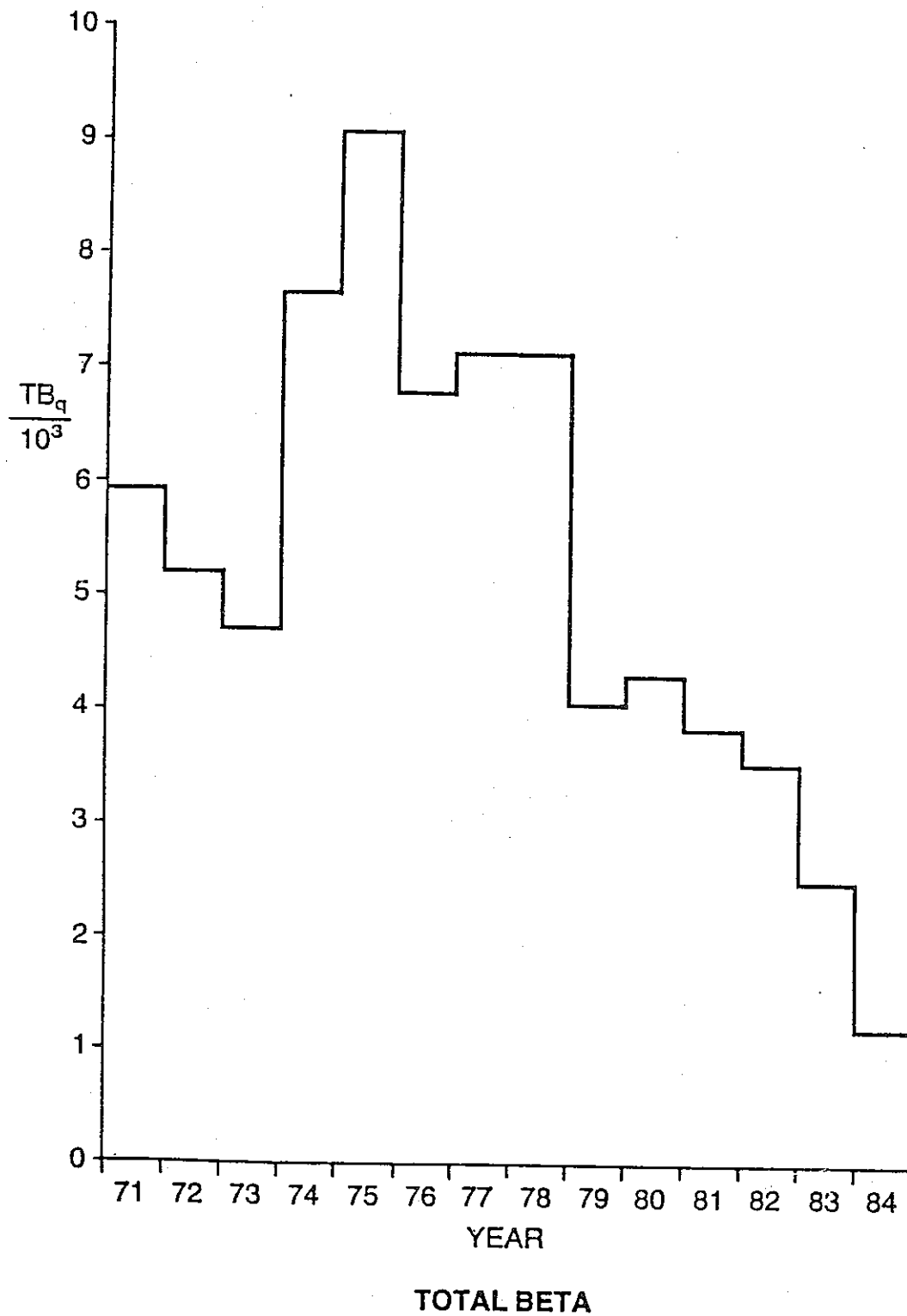


図3-1 全β放出量の経年変化

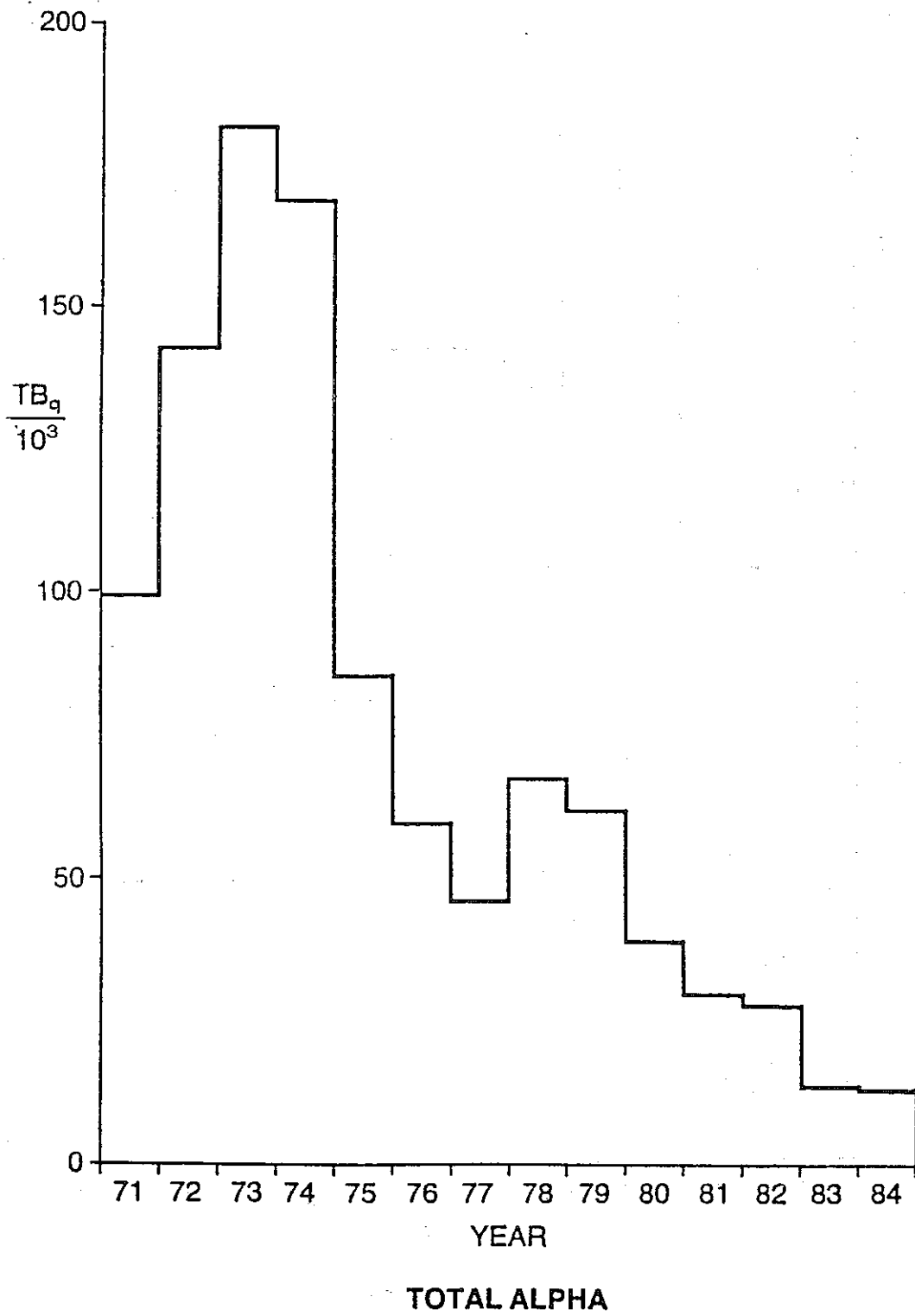
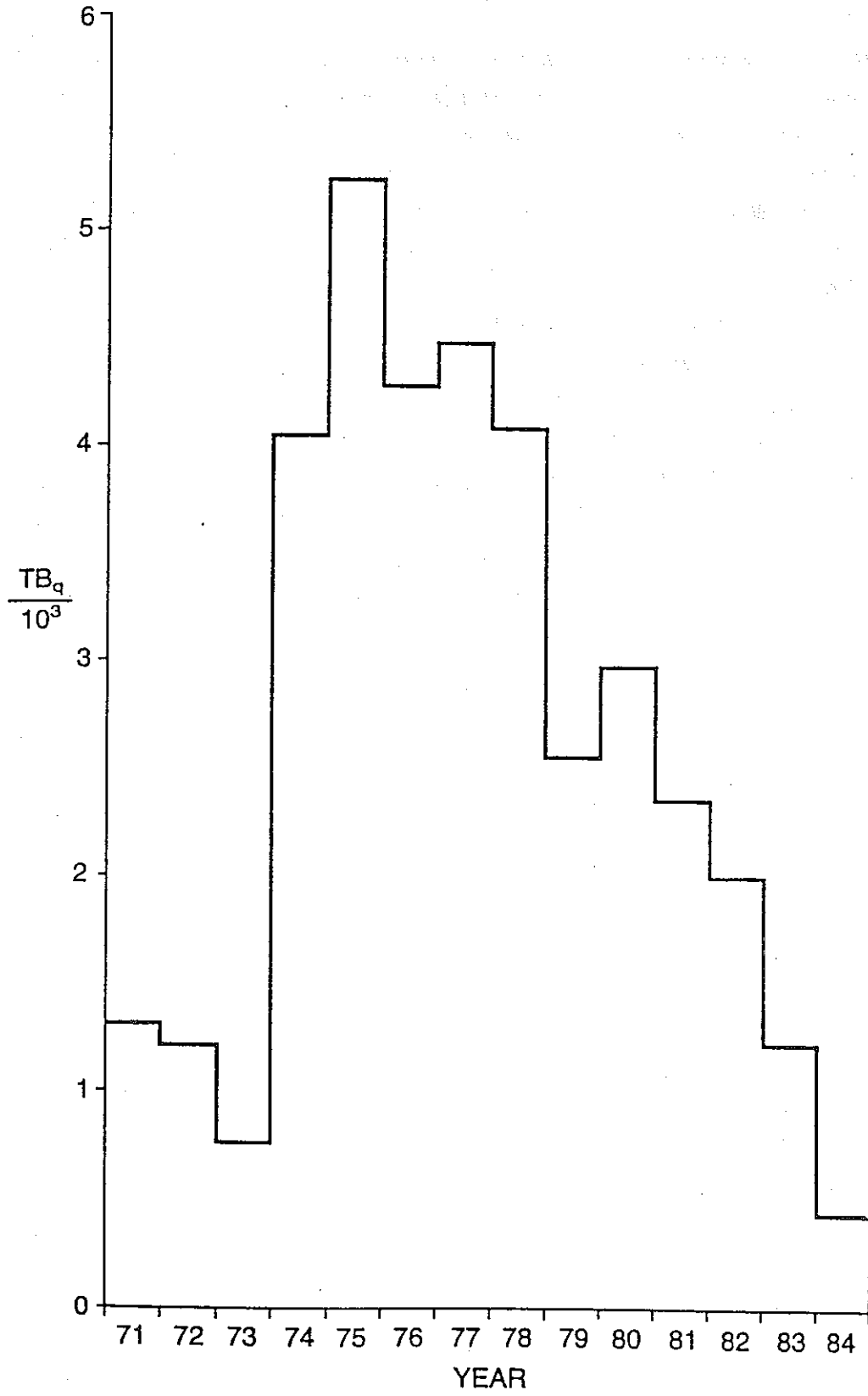


図3-2 全α放出量の経年変化



CAESIUM 137

図3-3 Cs-137放出量の経年変化

3.2 大気放出

排気筒からの大気放出についても海洋放出と同様に、Certificates of Authorisationの下での規制を受ける。BNFLは、放出放射能の監視を行っており、また排気清浄系及びフィルタの健全性を確認するための補足的な測定も行っている。これにより、放出放射能の低減化を図り、また施設のトラブル防護対策としている。1976年から1984年までの各年の大気放出量を表3-4に示す。放射能の単位については、海洋放出と同様にCi単位に統一した。1979年以前までは、全 α 及び全 β の測定も行っていたが、それ以降は核種ごとの監視となっている。

近年Cs-137、Sr-90及びRu-106の放出量について低減化を図ることができたが、これは新型装置、フィルタの健全性によるものである。また、Ce-144、Zr-95及びNb-95については、1983年、1984年ともに検出されていない。なお、Ar-41については、計算により求めた値である。これらに係る計算方法については、現在規制当局で審議中である。なお、UKAEA施設からの放出量は、無視しうる程度であった。

C-14については、1983年報告と1984年報告ではデータの取り扱いが異なる。これは、1983年までは、考慮の対象となっていなかった開放系の燃料貯蔵プール (open pond) 等からの寄与も無視できないことが環境試料の測定によりわかったからである。なお、環境試料の測定結果については、次章で触れる。

表 3-4 各年間の大気放出放射能

核種	年間放出量 (Ci)								
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
^3H	1.2×10^4	0.8×10^4	6×10^3	7.8×10^3	6.8×10^3	12400	9720	7250	9423
^{14}C	—	—	112	94	110	252	124	注) 189	189
^{41}Ar	2.2×10^4	2.6×10^4	2.9×10^4	3.1×10^4	3.0×10^4	35000	35600	36100	36500
^{85}Kr	1.2×10^6	0.8×10^6	7×10^5	9.4×10^5	8.4×10^5	1400000	1190000	1130000	1001700
^{90}Sr	0.36	1.1	1.3	0.24	0.49	0.07	0.02	0.02	0.01
$^{95}\text{Zr}/$ ^{95}Nb	—	—	0.24	0.18	0.12	0.0004	0.0002	*	*
^{106}Ru	—	—	0.21	0.094	0.35	0.098	0.042	0.007	0.008
^{129}I	—	0.16	0.07	0.15	0.40	0.24	0.29	0.25	0.27
^{131}I	0.08	0.07	0.4	0.82	0.03	8.2	0.15	0.14	0.054
^{134}Cs	—	—	0.72	0.67	0.98	0.16	0.02	0.01	0.01
^{137}Cs	1.1	6.3	6.5	6.4	12.1	2.1	0.3	0.2	0.1
^{144}Ce	—	—	0.088	0.10	0.04	0.003	0.0001	*	*
$\text{Pu}(\alpha)$	—	—	0.024	0.027	0.012	0.022	0.017	0.010	0.008
$^{241}\text{Am}/$ ^{242}Cm	—	—	0.0034	0.0029	0.0032	0.005	0.004	0.003	0.003
全 α	0.051	0.028	0.036	—	—	—	—	—	—
全 β	4.6	9.7	8.4	—	—	—	—	—	—

注) 1983年年報では、91Ciと報告されたが、1984年年報では、それまで測定を行っていなかった放出源を考慮して、7 TBq (約189 Ci)と修正された。

3.3 廃棄物処分

Certificates of Authorisation によれば、汚染した土壌を DOE の合意した (i) サイト内に埋めること、(ii) Tipping on site が許されている。コンクリート基礎の塊は、基礎の直下の土壌に含まれる放射性物質を構成するものであるとして解釈される。コンクリート基礎は、DOE の承諾次第で、放置することもできる。BNFL は、土壌中の放射性物質濃度を測定し、DOE に報告することにより、承諾を得ることとなっている。

新しい建屋を建設する前に、土壌を移動する場合は、基礎の深さまでのコアサンプルを採取し、放射性物質濃度の測定を行なうことにより放射能レベルが十分に低いことを評価する。もしこの範囲にはいない場合は、ドリッグに処分されることとなる。

南Tipは、1979年5月から使用可能になっている。なお、1984年には、ここへは処分されなかった。

ドリッグ処分場は、BNFLにより管理・運営されており、面積は120ha、セラフィールドから南東6Kmの地点にある。主にセラフィールドからの廃棄物を受入れているがその他の国内施設からの廃棄物についても受入れている。廃棄物は、氷河期層 (glacial clay) を基礎とするトレンチに貯蔵されており、その下の層であるSt. Bees Sand Stone から隔離されている。

トレンチは、十分な管理の下に、レイベングラス湾に廃水を流しており、自動的に1時間ごとの試料を採取している。

ドリッグ処分場についても、Certificates of Authorisation により当局の規制を受けている。ドリッグへの廃棄物は、タオル、紙、ボール紙、プラスチックシート、またこれらの容器、保護衣、電気ケーブル、金属片である。この他は、プロセス廃棄物及び luminising compounds である。

1976年から1984年までの各年の廃棄物処分量を表3-5に示す。近年の廃棄物は、施設の建設に伴い発生する土砂によるものである。

表3-5 各年間の廃棄物処分量

廃棄物の発生箇所		処分体積 (m ³)									
		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	
BNFL Sites	Sellafield	11,728	17,685	20,230	38,292	89,698	65,064	51,075	34,031	22,241	
	Springfields	710	610	164	1,272	3,365	1,950	3,004	2,676	3,194	
	Chapelcross	69	56	57	260	233	73	97	124	223	
	Capenhurst	5	0	9	13	13	58	10	5	5	
Nuclear Establishments	AERE Harwell	785	627	965	1,114	1,088	836	840	1,057	999	
	AEE Winfrith	545	520	681	660	896	802	1,063	973	811	
	RNL Culcheth	12	9	6	9	63	34	58	8	21	
	WNL Sellafield	Sellafield に含む	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	100
	Amersham International plc Amersham and Cardiff	548	574	700	1,012	906	810	1,890	1,078	1,861	
National Disposal Service	SSEB Hunterston	454	497	1,011	1,248	1,412	1,533	1,090	763	530	
	CEGB Dungeness	52	40	68	245	289	278	74	177	300	
	CEGB Wylfa	43	44	5	120	86	131	86	67	149	
	CEGB Bradwell	0	20	42	125	83	114	130	159	215	
	CEGB Berkeley	—	0	240	419	860	864	565	458	479	
	CEGB Trawsfynydd	—	0	52	221	216	203	238	219	229	
	CEGB Hinkley Point	—	0	694	403	185	510	413	239	256	
	CEGB Oldbury	—	—	22	169	167	239	421	421	291	
	CEGB Sizewell	—	—	—	—	6	63	71	47	141	
	Others	449	338	903	595	1,561	2,413	1,883	1,315	1,094	
計			21,020	25,849	46,180	101,127	75,975	63,008	43,817	33,149	

4. BNF Lによるセラフィールド周辺の環境モニタリング

4.1 環境監視計画

BNF Lの施設者による環境監視計画は、1984年12月に改訂され、1985年1月以降は、新しい監視計画の下でモニタリングが実施されることとなっている。監視計画は、以下のとおりである。

(1) 外部被ばく

a. γ 線量率

地上1 mにおいて以下に示す頻度及び場所で測定する。測定時に通常のレベルよりも高い値が検出された場合は、試料を採取し測定する。

・毎月

Sellafield pipeline area across foreshore

Whitehaven Harbour (South of Old Quay, East and West of old Tongue,
West of New Tongue)

St Bees

Nethertown

Braystones

Sellafield

Seascale

Drigg

Ravenglass (Salmon Garth and Raven Villa)

Ravenglass (Mussel bed and Boats area)

Eskmeals Viaduct and Hall Waberthwaite

・3ヶ月毎

Maryport

Workington

Harrington

Silecroft

Haverigg

Millom

Low Shaw

Askam

Walney Channel

Roa Island

また、沿岸付近については3ヶ月毎に以下の地点において測定を行なっている。

St Bees Promenade/grass banks/children play area

St Bees Seamill Lane car Park

Grassland and beach bungalows at Coulderton, Nethertown and Braystones

Nethertown car park
Seascale/Sellafield dunes/grass banks/car park
Drigg dunes
Ravenglass grassed areas/main street
Newbiggin roadway subject to flooding
Ravenglass grassed areas/main street
Newbiggin roadway subject to flooding

b. 地表面 β (γ)線量率

β (γ)線量率の測定は、地表面において以下に示す頻度及び場所で測定する。汀線にそって通常のレベルよりも高い値が検出された場合には、対象試料を採取する。なお、例外的な高潮及び台風の後には、定常モニタリングの補足として測定を行なう。海岸及び汀線については、以下の地点で測定する。

St Bees to Tarn Bay (F1 ~ 14 as on attached schedule) , 2ヶ月毎
Complete tidal are of Ravenglass Estuary (E1 ~ 9) , 毎月
Areas M1 ~ 14 , 夏期は毎月
Certain other defined areas, 毎週及び2週間毎

また、沿岸付近については3ヶ月毎に岩石片 (blown/washed debris) の測定を行なう。

St Bees Promenade/grass banks/children play area
St Bees Seamill Lane car Park
Grassland and beach bungalows at Couderton, Nethertown and Braystones
Nethertown car park
Seascale/Sellafield dunes/grass banks/car park
Drigg dunes
Ravenglass grassed areas/main street
Newbiggin roadway subject to flooding

c. 漁具

- i. Seascaleの船付場において毎月 γ 線量率の測定を行なう。
- ii. Seascaleの漁網について毎月表面汚染の測定を行なう。

表 4-1 SCHEDULE OF BETA GAMMA GROUND LEVEL MONITORING AREAS

F1	St Bees - Seamill Lane			
F2	Seamill Lane - Coulderton			
F3	Coulderton - Nethertown			
F4	Nethertown - Braystones			
F5	Braystones - Pipeline			
F6	Pipeline - River Calder			
F7	River Calder - Seascale			
F8	Seascale - Low Moor Track			
F9	Low Moor Track - Drigg Road			
F10	Drigg Road - Drigg Point			
F11	Eskmeals Viaduct - Gun Range			
F12	South of Gun Range - Tarn Bay			
F13	Saltcoats			
F14	Raven Villa - Salmongarth (Ravenglass)			
<hr/>				
M1	Silloth)		
M2	Allonby)		
M3	Mary Port)		
M4	Siddick)		
M5	Harrington)		
M6	Parton)		
M7	Whitehaven)	Areas north of St Bees and South of Eskmeals	
M8	Fleswick Bay)		
M9	Butterby)		
M10	Silecroft)		
M11	Haverigg)		
M12	Walney)		
M13	River Ehen Banks)		
M14	River Calder Banks)		
<hr/>				
E1	River Irt	North Bank		Drigg Ford to Drigg Point
E2	River Irt	South Bank		Drigg Ford to Nr Caravan Site
E3	River Mite	North Bank		Muncaster Mill to Ravenglass Viaduct
E4	River Mite	South Bank		Muncaster Mill to Ravenglass Viaduct
E5	River Esk	North Bank		Muncaster Bridge to Church
E6	River Esk	North Bank	Op Church to Viaduct	
E7	River Esk	North Bank	Viaduct to Salmongarth	
E8	River Esk	South Bank	Muncaster Bridge to Church	
E9	River Esk	South Bank	Church to Viaduct	

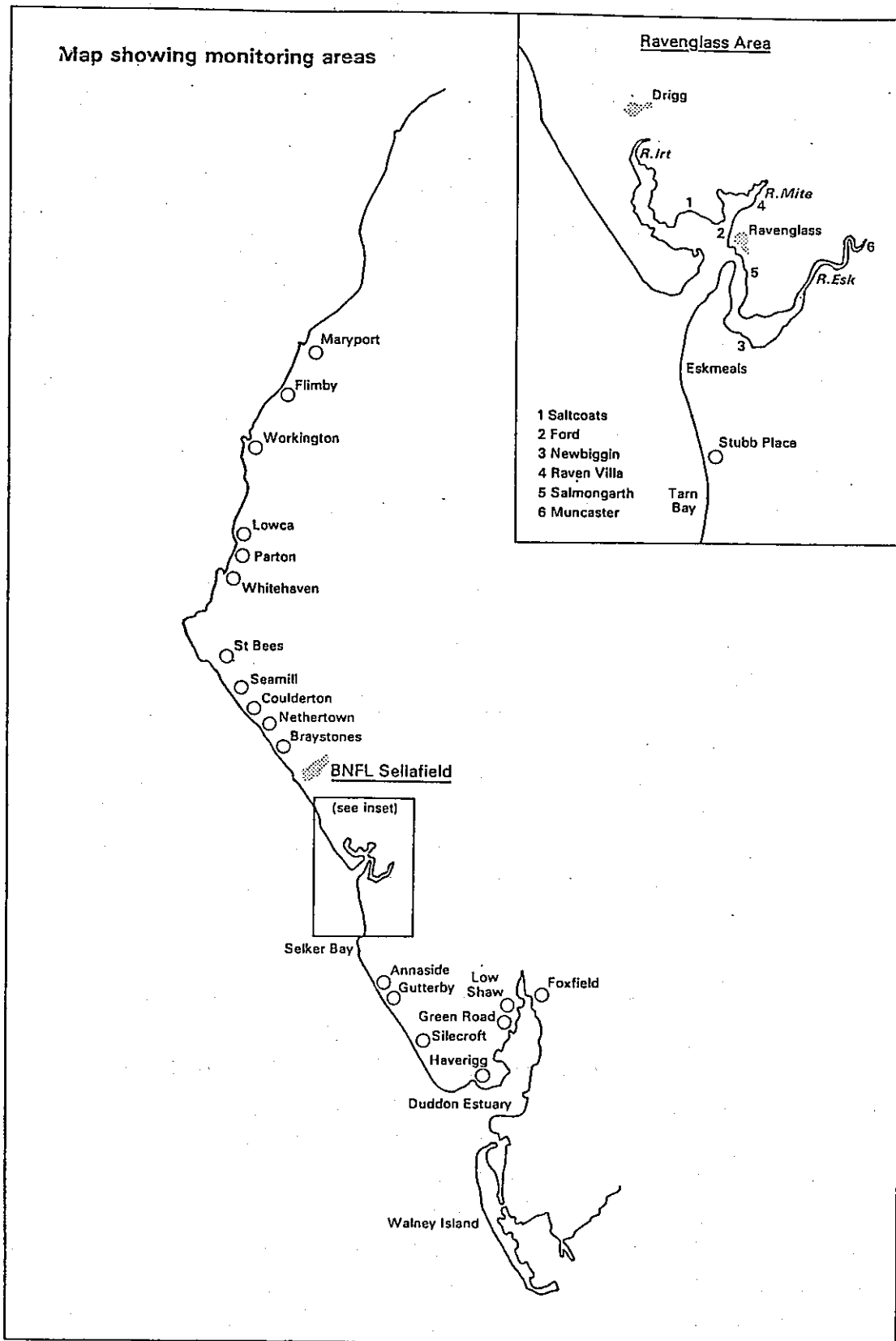


図4-1 モニタリング地点

(2) 海洋放射能モニタリング

a. 魚類

- i. 図4-2に示す6つの各海域に分け、少なくとも1年のうち9ヶ月、カレイ (Plaice)、タラ(codまたはwhiting)、また可能であればエイ(ray)を採取・測定する。
- ii. Ravenglassの漁業者からカレイ及びタラを毎月入手し、測定を行なう。
- iii. Barrow-in-Furness 漁業者からカレイ及びタラを3ヶ月毎に入手し、測定を行なう。
- iv. Whitehaven港に水揚げされたカレイ、タラ、エイ及びニシンを3ヶ月毎に入手し、測定を行なう。

採取した試料については、全 α 、全 β 、Sr-90、Zr-95+Nb-95、Ru-106、Cs-134、Cs-137、Pu(α)、Am-241及び γ 有意核種を生で測定する。また、必要に応じて、i及びiiについては3ヶ月以内の合成試料により、Pu(α)及びAm-241測定を行なう。

b. 甲殻類

- i. St Bees及びSelkerの間でカニ及びロブスターを毎月採取する。
- ii. Ravenglassの漁業者からカニ及びロブスターを毎月入手する。
- iii. Barrow-in-Furness 漁業者からカニ及びロブスターを毎月入手する。
- iv. Nephrops を3ヶ月毎に採取する。
- v. Flookburgh、Silloth 及びAskamにおいて水揚げされたエビを3ヶ月毎に入手する。

採取した試料は可食部について、全 α 、全 β 、Sr-90、Zr-95+Nb-95、Ru-106、Ce-144、Cs-137、Pu(α)、Pu-241、Am-241を測定する。また、i及びiiについては、Tc-99及び γ 有意核種を測定する。また、必要に応じて、i及びiiについては3ヶ月以内の合成試料により、Pu(α)及びAm-241測定を行なう。

c. 軟体類

- i. Couderton、Braystones及びDriggにおいてメクラガイを毎月採取する。
- ii. Parton及びEarnseにおいてメクラガイを3ヶ月毎に採取する。
- iii. Nethertown、Drigg及びRavenglass においてイガイを毎月採取する。
- iv. Millom及びRoa島においてイガイを3ヶ月毎に採取する。
- v. モアキャンプ湾においてトリガイの季節に3ヶ月毎に採取する。
- vi. 沿岸においてバイ貝を3ヶ月毎に採取する。
- vii. Whitehaven港の水揚げされたホタテ及びqueensを採取可能な時に採取する。

採取した試料は可食部について、全 α 、全 β 、Co-60、Sr-90、Zr-95+Nb-95、Ru-106、Ag-110m、Ce-144、Cs-137、Pu(α)、Pu-241、Am-241を測定する。また、i及びiiについては、Tc-99及び γ 有意核種を測定する。また、必要に応じて、i及びiiについては3ヶ月以内の合成試料により、Pu(α)、Pu-241及びAm-241測定を行なう。

d. ポルフィラ

Braystones、Sellafield、Seascaleにおいて3ヶ月毎に採取を行ない、Ru-106、Cs-137、Ce-144、Pu(α)、Am-241及び γ 有意核種について測定する。

e. セディメント

i. Maryport、Workington、Harrington、Whitehaven Harbour、Raven Villa、Raven glass、Salmon Garth、Ravenglass boat area、Eskmeals Viaduct、Haverigg及びWalney Channelにおいて3ヶ月毎にシルトを採取する。

ii. St Bees、Seascale及びDriggにおいて3ヶ月毎に砂を採取する。

iii. St BeesとEskmealsの間の海岸で1 m高さにおける γ 線量率が1 μ Gy/hを越えた場合にシルトを採取する。

採取した試料は、全 α 、全 β 、Co-60、Zr-95+Nb-95、Ru-106、Sb-125、Cs-134、Ce-144、Eu-154、Pu(α)、Am-241及び γ 有意核種を測定する。

f. 海水

St Bees、Sellafield及びSeascaleの海岸水を毎月採取し、全 α 、全 β 、Co-60、Sr-90、Zr-95+Nb-95、Ru-106、Cs-134、Cs-137、Ce-144、Pu(α)、Am-241及び γ 有意核種を測定する。また、必要であれば、3ヶ月以内の合成試料により、Pu(α)及びAm-241の測定を行なう。

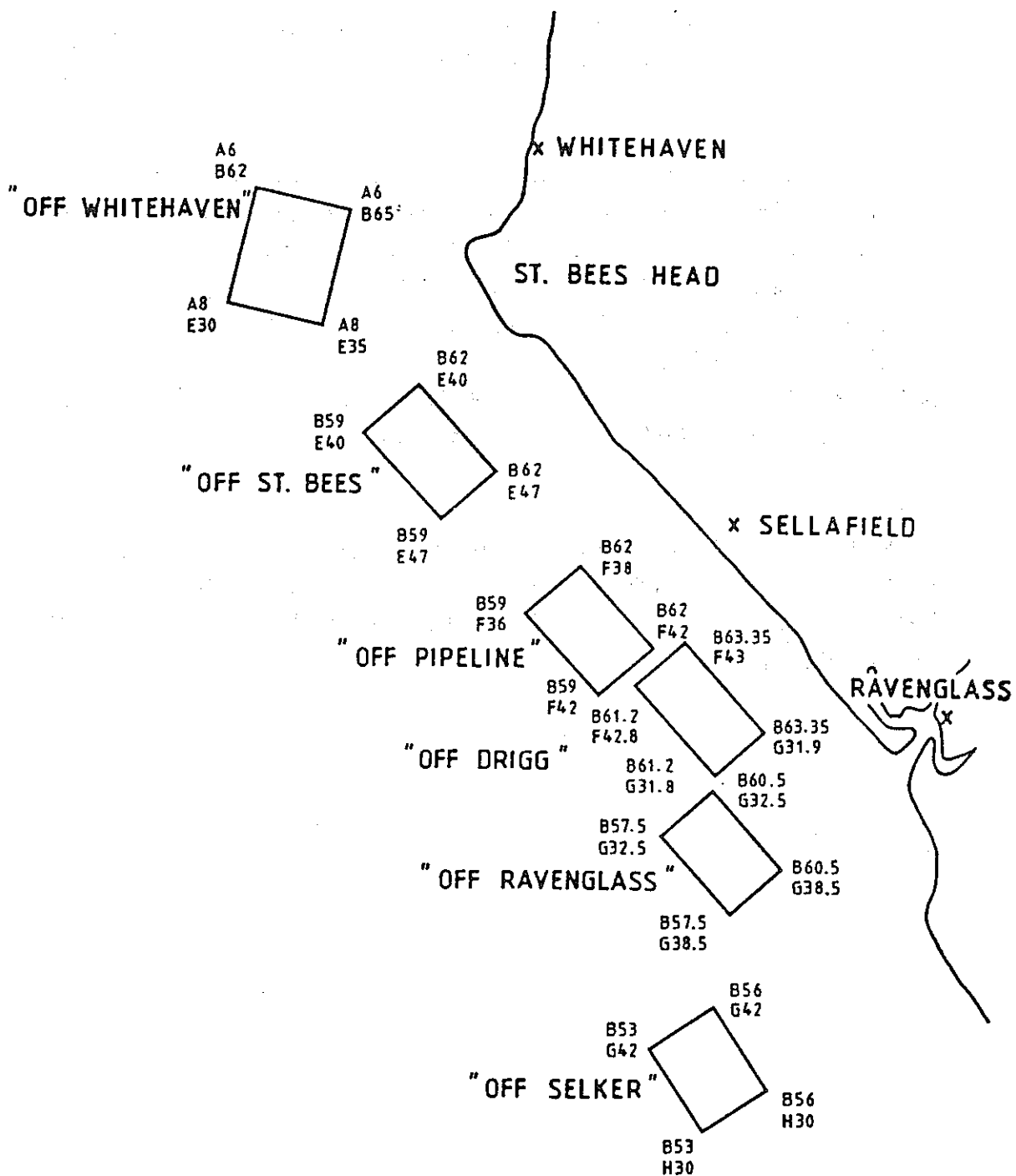


図4-2 セラフィールド前面海域

(3) 食物

a. 牛乳

i. 試料採取

牛乳は、原則として牧場で採取するものとし、全家畜牛についての1回から2回の搾乳を含む貯蔵タンクから採取する。

ii. 採取場所

- ・セラフィールド周辺3 km以内の牧草を飼料に供している牧場のうち最低6ヶ所から採取する。
- ・レイベングラス河口の牧場1ヶ所 (MAFFと同一地点)
- ・ドリッグ処分場の近傍の牧場1ヶ所 (MAFFと同一地点)
- ・エグレモントのMMB (Milk Marketing Board) 集荷所 (MAFFと同一地点)

iii. 採取頻度

通常は、各採取地点において毎日飼料を採取し、2、3週間ごとにBNFLのコンテナに移す。3ヶ月間で6試料を採取する。

iv. 測定

全試料について γ スペクトルの測定を行ない、以下の各種の測定の前にMAFFの合意のもとでさらに試料の合成をおこなう。

Cs-137 (γ スペクトルの測定結果が検出限界未満の時)

Sr-90

Pu(α)及びAm-241 (セラフィールド周辺及びレイベングラス河口の試料についてのみ)

H-3 (ドリッグ処分場の試料についてのみ)

S-35 (セラフィールド周辺の試料についてのみ)

C-14 (セラフィールド周辺の試料のうちから選択した試料についてのみ)

b. 肉

i. 試料採取

牛または羊の肉または肝臓について、可能なものを採取する。試料は、2匹の羊及び1匹の牛から採取する。

ii. 採取場所

- ・セラフィールド周辺3 km以内の牧草を飼料に供している牧場
- ・牧草が潮にさらされているレイベングラス河口の牧場

iii. 採取頻度

上記牧場において夏期または秋期のいずれかに年1回試料を採取する。

iv. 測定

Cs-137

Pu(α)

Am-241

c. 野菜

i. 試料採取

じゃがいも及び葉菜（キャベツ、チリメンキャベツ、フダンソウ、ホウレンソウ、その他）

ii. 採取場所

- ・セラフィールド周辺3 kmの地域から3点
- ・シースケール村またはその近くから1点

iii. 採取頻度

各野菜について各地点から年1回

iv. 測定

Sr-90

Cs-137

Pu(α)

Am-241

C-14 (MAFFと合意した一部の試料のみ)

野菜は、料理と同様の準備をし、可食部を試料に供する。じゃがいもについては、その皮も生で別途測定する。

d. その他

上記の食物の他、

- i. 人体に対する影響のないことを確認するため、
- ii. 通常は人体に対する被ばくの寄与が無視できるほど小さいことから検出されないが、季節的な変動も特にないことを確認するため、

補足的に食物の採取を行なっている。この補足的な調査は、毎年規制当局との合意のもとになされており、その結果については、四半期報として報告されている。

(4) 空気

以下の各地点にハイボリュームサンプラーを設置し、連続的に採取している。

北門 (North Gate)

気象観測地点 (Met. Station)

コールドー門 (Calder Gate)

ホームロック (Holmrock)

コールドー橋 (Calder Bridge)

ベッカーメット (Beckermet)

シースケール (Seascale)

セントビーズ (St Bees)

ブレイストーンズ (Braystones)

レイベングラス (Ravenglass)
ブートル (Bootle)
ホワイトヘブン (Whitehaven, quayside)

試料はPu(α)、Pu-241、Am-241、Sr-90、Cs-134,137、Ru-103,106、Zr-95/Nb-95、Ce-144及び γ 有意核種について毎月測定する。

(5) 河川水

以下の地点において、毎月河川水を採取する。

エグモントのエーエン (Ehen at Egremont)
ユールダー橋のユールダー及びセラフィールドの下 (Calder at Calder
Bridge and below Drigg)
ホルムルークのアート及びドリッグの下 (Irt at Holmrook and below Drigg)
ドリッグ川 (Drigg stream)
マンカスター橋のエスク (Esk at Muncaster Bridge)

測定は、全 α 、全 β 、Pu(α)、Cs-134,137、Sr-90、H-3及び γ 有意核種について行なう。

(6) 湖沼水

以下の地点において、毎月湖沼水を採取する。

エナーデイル (Ennerdale)
ワストウォーター (Wastwater)

測定は、全 α 、全 β 、Pu(α)、Cs-134,137、Sr-90、H-3及び γ 有意核種について行なう。

(7) 飲料水

以下の地点で各家庭から飲料水を採取する。

ホワイトヘブン (Whitehaven)
シースケール (Seascale)
ユールダー橋 (Calder Bridge)
レイベングラス (Ravenglass)

測定は、全 α 、全 β 、Pu(α)、Cs-134,137、Sr-90、H-3及び γ 有意核種について月合成試料として行なう。

4.2 海洋放射能モニタリング

被ばく線量のうち、最も高い被ばくを与える経路は、

i. 海産生物（特に魚類及び貝類）の摂取に起因する内部被ばく線量

ii. 潮間帯のセディメントにおいて時間を過ごすことの多い人の受ける外部被ばく線量であり、3番目の経路として海洋環境から再浮遊した放射性物質の呼吸摂取の問題がある。しかしながら、3番目の経路については、海洋放出による寄与と大気放出による寄与を弁別して評価することは困難であり、これについては陸上放射能モニタリングの項で一括して記載する。

補足的な環境モニタリングについては、1983年12月のトラブル以降実施している。それ以前と比べて強調したのは、決定グループの被ばく及びセントピーズからエスクミールにかけての海水浴場における β (γ) 汚染に関連した箇所である。さらに、北部のシロス (Silloth) から南部ワルネイ (Walney) にかけて、またアート川 (Irt)、エスク川 (Esk) 及びマイト川 (Mite) の河口付近においてモニタリングが実施されている。1984年7月までのBNFL、MAFF、DOEによる海洋汚染モニタリングの結果については、既に報告されている。補足的な環境モニタリングについては、BNFL及び規制当局により継続して実施されている。1985年に改訂された包括的な法規制の下での環境監視計画については、前章の通りである。

以下に、1984年の海洋放射能モニタリング結果と被ばく線量の評価結果を記載する。

(1) 海産生物

MAFFの漁業放射線生物学研究所 (Fisheries Radiobiological Laboratory : FRL) は、様々な経路についてのモニタリングを行っており、また主要な経路に関連する生活習慣及び消費実態等の調査も行っている。BNFLは、決定グループの線量評価の観点から、また放出量低減の必要の有無を決定するために、これらの情報の変化に対応してきた。有意な変化は、以下のとおりである。

i. 軟体類（貝類）の摂取量については、1980年に当初の6 g/dから18 g/dに、さらに1981年に45 g/dに変更し、これに応じて決定グループの被ばく線量も増加してきた。

ii. ホワイトヘブン港のシルト上の実効被ばく時間 (Effective Occupancy) は、1980年に1050時間であったものが1981年に710時間に、また1982年には650時間に減少した。

FRLは、BNFLに対して新しい値を使用するように提言した。しかしながら、最も新しい1984年の実態調査によれば、決定グループのメクラガイ (Winkle) の摂取量は、減少してきているようであるが、この傾向については未確認である。

決定グループは、セラフィールド海域で採取される魚類、甲殻類、軟体類を摂取するカンブリア沿岸住民から構成される。その食生活は、3つのサブグループに分類される。すなわち、

魚類	100 g/d (カレイとタラ)
甲殻類	18 g/d (カニとロブスター)

軟体類 45 g/d (メクラガイ)

である。決定グループに対する被ばく線量の評価においては、これらの摂取率の夫々の合計を用いることとしている。しかしながら、各サブグループの構成員が他のサブグループの構成員であることもありうることから、この仮定は、過剰に安全側の評価というわけではない。

FRLは、海産生物の消費実態について研究を行っており、これによると決定グループの漁場とは離れているものの、ホワイトヘブン、フリーウッド及びモアキャンプ湾の漁業者の中に魚類と貝類の摂取量が高いグループがいることを、報告した。

BNFLは、セントビーズ (St. Bees) 及びセルカー (Selker) の間で、定常的に魚類、甲殻類及び軟体類の採取をおこなっている。環境試料中の放射性物質濃度の測定結果とこれに起因する決定グループの被ばく線量を表4-2から表4-4に示す。Samplesとして付記してある数が、分析に供した試料数であり、その重量は、軟体類、甲殻類、魚類の可食部についてそれぞれ通常 0.5、1、2 kgである。特に、甲殻類と軟体類については、数種の個体を一試料として供している。BNFLは、Nephrops 及びバイ貝 (Whelks) の放射性物質濃度の測定も行っているが、これは決定食物 (Critical foodstuffs) ではないので、BNFL年報には含まれていない。

表4-2から表4-4により、被ばく線量は合計 1.8 mSvとなり、この内メクラガイの摂取による寄与が大きく 1.6 mSv となっている。この値は、1983年の合計 2.6 mSv、メクラガイ 2.3 mSv に比べて低い値であり、放出量の低減化により達成できたと考えられる。1984年の決定グループの被ばく線量は、5 mSv の35%の値であり、1 mSv を越える被ばく線量はここ数年のものであるが、今後はさらに放出量の低減化措置を計画していることから、将来は生涯線量限度 (lifetime limits) を越えることはないであろう。このことは、NRPBとMAFFによる独自の評価に基づきRWMACにより近年報告されている。

現在の軟体類の測定準備方法は、通常、決定グループの構成員は内臓を洗浄するために調理の一晩前から海水につけておくということはしなくなったというFRL勧告を取り入れている。しかしながら、この方法は下水や工業廃水による汚染の害を防止するために広く推薦され、採られている方法である。BNFLの調査によれば、一晩海水に浸しておいた場合、メクラガイの摂取による被ばく線量は約半分になることがわかった。

1981年初め以来、BNFLは魚類の摂取量の多い集団に関連するモニタリングとして市場に売られている海産物の採取を定常的に行なってきた。その結果は、FRLの結果と同様に、魚類の摂取量の多い集団に対する被ばく線量は、その放射性物質濃度が低いことから、沿岸の決定グループが受ける被ばく線量よりも低いことがわかった。さらに、ホワイトヘブンで捕獲された魚類を摂取する公衆に対する年間被ばく線量についても 0.05 mSv とFRLの結果とよい一致を見た。

以前は、カンブリア沿岸においてはポルフィラを採取し、ラバーブレッドに加工して摂取することが、重要な経路の一つであった。近年は、かなりの量のポルフィラを採取することは困難となったが、再び採取が開始されることを考慮して、モニタリングについては継続して実施している。ポルフィラの測定結果については、表4-5に被ばく線量の計算結果と合わせて示す。被ばく線量については、ポルフィラが再び採取され、決定グルー

プがラバーブレッドを摂取した状況を仮定した時のものである。FRLによると1983年のラバーブレッド摂取による被ばく線量は、0.005 mSv 以下であったと報告されている。

表4-2 セラフィールド沿岸で採取された魚類中の放射性物質濃度とこれに起因する決定グループの被ばく線量

核種	平均濃度 33 Samples (pCi/kg)	被ばく線量 (mrem)
Cs-137	5400 (200)	10
Cs-134	<320 (<12)	<0.9
Ce-144	<540 (<20)	<0.4
Ru-106	<1000 (<37)	<0.8
Sr-90	<96 (<2.6)	<0.4
Zr-95+Nb-95	<350 (<13)	<0.1
Pu(α)	<3.0(<0.11)	<0.2
Am-241	<1.9(<0.07)	<0.2
Pu-241	<81 (<3.0)	<0.2
合計		10

注1. Cs-134は、Cs-137濃度から放出放射エネルギーの比 (Cs-134:Cs-137) を基に計算した値。

注2. Pu-241は、Pu(α)濃度から放出放射エネルギーの比 (Pu-241:(Pu-238+Pu-239+Pu-240)) を基に計算した値。

注3. () 内の値は、Bq/kg単位。

表4-3 セラフィールド沿岸で採取された甲殻類中の放射性物質濃度とこれに起因する決定グループの被ばく線量

核種	カニ		ロブスター		被ばく線量の合計 (mrem)
	平均濃度 7 Samples (pCi/kg)	被ばく線量 (mrem)	平均濃度 5 Samples (pCi/kg)	被ばく線量 (mrem)	
Cs-137	1500 (54)	0.3	5700 (210)	1.0	1.3
Cs-134	120 (4.4)	0.1	480 (17)	0.1	0.2
Ce-144	<1800 (<67)	<0.1	<36 (<36)	<0.1	<0.2
Ru-106	<13000 (<470)	<0.9	<3240 (<120)	<0.2	<1.1
Sr-90	<300 (<11)	<0.2	<200 (<7.5)	<0.1	<0.3
Zr-95+Nb-95	<1700 (<62)	<0.1	<840 (<31)	<0.1	<0.2
Pu(α)	190 (6.9)	1.3	78 (2.9)	0.6	1.9
Am-241	180 (6.8)	1.4	140 (5.3)	1.1	2.5
Pu-241	5940 (220)	0.9	2500 (92)	0.4	1.3
合計		5		4	9

注1. Cs-134は、Cs-137濃度から放出放射エネルギーの比 (Cs-134:Cs-137) を基に計算した値。

注2. () 内の値は、Bq/kg単位。

表4-4 セラフィールド沿岸で採取された軟体類中の放射性物質濃度とこれに起因する決定グループの被ばく線量

核種	メクラガイ		イガイ
	平均濃度 37 Samples (pCi/kg)	被ばく線量 (mrem)	平均濃度 37 Samples (pCi/kg)
Cs-137	2600 (95)	2.1	1500 (56)
Cs-134	210 (7.7)	0.3	110 (4)
Ce-144	<2500 (<93)	<0.8	<1800 (<67)
Ru-106	89000 (3300)	31	62000 (2300)
Sr-90	<1000 (<37)	<2.2	540 (20)
Zr-95+Nb-95	<16500 (<610)	<0.9	9200 (340)
Pu(α)	1600 (58)	55	1900 (70)
Am-241	1300 (47)	47	1500 (56)
Pu-241	32400 (1200)	23	38000 (1400)
合計		160	

注1. Cs-134は、Cs-137濃度から放出放射エネルギーの比 (Cs-134:Cs-137) を基に計算した値。

注2. () 内の値は、Bq/kg単位。

表4-5 ポルフィラ中の放射性物質濃度とラバーブレッドを摂取したと仮定した時の仮想的な被ばく線量

核種	平均濃度 11 Samples (pCi/kg)	被ばく線量 (mrem)
Zr-95	3240 (120)	0.05
Nb-95	7000 (260)	0.1
Ru-106	84000 (3100)	8.5
Cs-137	1600 (59)	0.4
Ce-144	<540 (<20)	<0.05
Pu(α)	650 (24)	6.5
Am-241	620 (23)	6.5
合計		20

注1. () 内の値は、Bq/kg単位。

(2) 海岸サーベイ

シルト中の放射性物質からの γ 線に起因する外部被ばくについては、セラフィールドからの海洋放出において2番目に重要な経路である。この経路に寄与する核分裂生成物は、Zr-95、Nb-95、Ru-106、Cs-137、Cs-134である。

外部被ばくに関する決定グループは、ホワイトヘブン港において船の上で作業をする漁業者に代表される。1981年の末から、BNFLは同港の泥の浅瀬において、線量率の測定を行ってきた。FRLによれば、潮位の変化によって泥が遮蔽される時間及び船自体によっても遮蔽される時間も考慮すると、決定グループの被ばく線量は、遮蔽されない泥の上に年間650時間いることと同じになると報告している。1984年の泥上の線量率は、平均 $0.7 \mu\text{Sv/hr}$ であった。自然バックグラウンドを差し引いた場合、決定グループの外部全身被ばく線量は、 $0.3 \sim 0.4 \text{ mSv}$ であった。漁具等の他の被ばく経路については、無視しうる程度である。

ホワイトヘブン港での測定に加え、エスクリとエクスミール大橋の入江の泥の浅瀬、レイベングラスの近くの泥の浅瀬と塩沼地において定期的に測定を行なっている。これらにおける平均 γ 線量率は、それぞれ $0.3 \mu\text{Sv/hr}$ ($30 \mu\text{R/hr}$)、 $1.0 \mu\text{Sv/hr}$ ($100 \mu\text{R/hr}$)であった。泥の浅瀬及びときおり海岸にたまるシルトについて、全 β 、Ru-106、Ce-144、Cs-137、Am+Cm及びPuの測定を行なった。また、セントピーズからワルニー島にかけての海岸の γ 線量率のサーベイもモニタリング計画に含まれている。砂質、岩質、海そう、シルト等いろいろな地点で、地表1mの高さでサーベイを行なった。1984年の平均線量率は $0.15 \mu\text{Sv/hr}$ ($15 \mu\text{R/hr}$)から $0.31 \mu\text{Sv/hr}$ ($31 \mu\text{R/hr}$)の範囲であった。

(3) その他の放射能モニタリング

ユールダー川及びエーエン川の事業所の川下において、河川水を採取し、放射性物質の測定を行なっている。放射性物質としては、Sr-90が有為に検出される。1984年の両河川におけるSr-90の平均濃度は、それぞれ 0.09 Bq/l 、 0.10 Bq/l であり、これらは過去の値と比較して通常のレベルであった。また、この値には、核実験のフォールアウトの寄与も含んでいる。エーエン川は、飲料水の水源であるが、これによる被ばく線量は、年間 0.0005 mSv 以下である。

1984年の間に、BNFLはサイト周辺のたくさんの試錐孔から地下水の採取を継続して実施した。地下水は、有為核種及び無機イオンについて定常的に測定されているが、サイト地下水には放射性物質の有為な挙動は検出されていない。

1975年12月から、セラフィールドの highwater mark の下から海岸にしみ出す塩分を含む地下水がトリチウムで汚染していることが検出されている。コロイド濃度から判断すると地下水には、50～80%の海水を含んでおり、測定値はこのことを考慮して収集されている。淡水としたときの実効トリチウム濃度は、ここ数年減少してきており、1984年は $1.2 \times 10^3 \text{ Bq/l}$ ($3.24 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/cm}^3$)から $1.3 \times 10^4 \text{ Bq/l}$ ($3.5 \times 10^{-4} \mu\text{Ci/cm}^3$)であった。この濃度で1日あたり数リッターの連続摂取を続ければ、線量限度を越えるであろうが、この塩水は飲料には供されないものである。

4.3 陸上放射能モニタリング

大気放出に起因する公衆の被ばく線量の評価において主要な経路は、

- I. 大気中放射能の土壌あるいは葉菜等の食物への沈着に起因する内部被ばく線量
- II. 大気中放出の吸入に起因する内部被ばく線量

である。これらの経路は、以下に示す環境モニタリング計画により監視が行なわれている。

(1) 陸上食物

BNFL及び規制当局によるセラフィールド周辺の環境モニタリングの経験によれば、大気放出放射能の経口摂取に係る決定グループは、地域で生産された牛乳を摂取する乳児である。よって、18ヶ所の牧場及びLocal Milk Marketing Boardからの牛乳について定期的に行なっている。また、比較対照牧場（約30km）からの牛乳についても採取し、核実験フォールアウトレベルを把握することとしている。各牧場において、毎日の牛乳試料を14日間の合成試料として、I-131以外の核種分析を行なう。13ヶ所の牧場からの試料については、I-131及びI-129分析を試料収集時に行なう。

重要な核種（Sr-90、Cs-137、Ru-106、I-131、I-129、Pu）についての測定結果のまとめを表4-6に示す。測定結果は、3km範囲、3～6km範囲、レイベングラス湾付近、ドリッグ廃棄物処分場付近のそれぞれについて、12ヶ月平均値として記載している。また各核種に起因する被ばく線量への寄与についても記載している。これらの値は、異なる決定グループに属することになるため、必ずしも足しあわせることはできないが、最大値を積算しても0.08mSv以下であり、またRu-106及びPuは検出限界値である。線量評価にあたっては、安全側の仮定として表に示した各牧場の牛乳のみを新生児が1年間摂取するとした。牛乳中のCs-137レベルは、減少傾向にある。表には記載していないが、S-35及びC-14についても測定を行なっているが、検出限界値未満であり、その値を用いてもそれぞれの線量は、0.002mSv及び0.01mSvである。

線量評価に関するデータは、NRPBが乳幼児に対する被ばく評価に必要な代謝データとともに、牛乳に関して公開した改訂された誘導限度から得られる。ほとんどの核種について、決定グループの構成員は、1才児であり、その摂取量は0.7 l/dとしている。ただし、I-129については、これと異なり10才児が対象となり、Puについては1才児が対象となる。Puについては、9ヶ月までの乳児の腸内における移行率が高いことによるものであり、それ以降の移行率は減少する傾向にある。

(2) 空气中放射性物質濃度

空气中放射性物質濃度の測定は、セラフィールドサイトの周辺地域において実施されている。その範囲は、敷地近傍から11kmの範囲であり、レイベングラス村を含んでいる。空気を吸引することにより大気じんあい (Particulate activity) をフィルタに捕集し、定期的に交換することにより1ヶ月合成試料としている。

各サンプリング地点における空气中放射性物質の年平均濃度を表4-7に示す。測定分析方法の検討により、現在は低レベルPu-241の測定も可能となっており、1984年の年報から記載している。これによりサイト周辺の被ばく線量は、約0.005mSv増加している。

1984年には、コールドターにおいて最も高い平均線量(0.4mSv)となったが、これはスラッジタンクの洗浄の間にサイトから発生したものによる。他の敷地境界付近のサンプリング地点のレベルは、前年とほとんど変わっていない。11km範囲のサンプリング地点のレベルについても1983年とほとんど変わっていない。1984年のデータとしてドリッグ処分場に設置した新しいハイボリュームサンプラーによる測定結果も報告した。

表に記載した核種以外の核種による寄与もあり、全合計では0.05mSvと評価される。そのほとんどは、Ar-41によるものである。

表4-6 Radioactivity in milk from farms near Sellafield site and estimated
Radiation doses to the critical group of milk consumers

Location of Farms	STRONTIUM-90		CAESIUM-137		RUTHENIUM-106		IODINE-131		IODINE-129		PLUTONIUM	
	Mean Activity (pCi/l)	Dose (mrem)	Mean Activity (pCi/l)	Dose (mrem)	Mean Activity (pCi/l)	Dose (mrem)	Mean Activity (pCi/l)	Dose (mrem)	Mean Activity (pCi/l)	Dose (mrem)	Mean Activity (pCi/l)	Dose (mrem)
0 to 3 km Zone	14 (0.5)	1.0	24 (0.9)	1.5	<95 (<3.5)	<3.5	<2.7 (<0.1)	<0.3	<1.1 (<0.04)	<0.2	<0.11 (<0.004)	<1.5
3 to 6 km Zone	5.4 (0.2)	0.5	8.1 (0.3)	0.5	<110 (<3.9)	<4.0	<2.7 (<0.1)	<0.3	<0.81 (<0.03)	<0.2	<0.11 (<0.004)	<1.5
Drigg Waste Disposal Site Area (6 km)	8.1 (0.3)	0.5	14 (0.5)	1.0	<110 (<4.1)	<4.0	N/A	-	N/A	-	<0.11 (<0.004)	<1.5
Ravenglass Estuary Area (10km)	<11 (<0.4)	<1.0	14 (0.5)	1.0	89 (<3.3)	<3.5	N/A	-	N/A	-	<0.11 (<0.004)	<1.5
Reference Farms (30km)	<5.4 (<0.2)	<0.5	8.1 (0.3)	0.5	N/A	-	N/A	-	N/A	-	N/A	-

注1. N/A - Not analysed

注2. () 内の値は Bq/l 単位。

表4-7 空气中放射性物質濃度

(1) セラフィールドサイト敷地境界

サンプリング 地点 濃度及び線量	Calder		North Gate	
	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)
Strontium 90	4.1×10^{-15}	0.008	7.0×10^{-15}	0.01
Ruthenium 106	1.9×10^{-14}	0.1	$< 1.6 \times 10^{-14}$	< 0.1
Caesium 137	1.8×10^{-14}	0.006	2.4×10^{-14}	0.01
Cerium 144	$< 8.1 \times 10^{-15}$	< 0.02	8.9×10^{-15}	0.03
Americium 241 Curium 242	8.1×10^{-15}	35	4.1×10^{-16}	1.8
Plutonium alpha	3.5×10^{-16}	1.6	4.1×10^{-16}	1.7
Plutonium 241	8.4×10^{-15}	0.8	8.9×10^{-15}	0.8
TOTAL DOSE	40		4	

サンプリング 地点 濃度及び線量	West Ring Road		Meterological Station	
	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)
Strontium 90	3.0×10^{-15}	0.006	5.1×10^{-15}	0.01
Ruthenium 106	5.9×10^{-14}	0.3	2.2×10^{-14}	0.1
Caesium 137	$< 8.1 \times 10^{-15}$	< 0.003	1.3×10^{-14}	0.004
Cerium 144	$< 8.1 \times 10^{-15}$	< 0.002	$< 8.1 \times 10^{-15}$	< 0.02
Americium 241 Curium 242	6.5×10^{-16}	2.8	4.3×10^{-16}	1.9
Plutonium alpha	3.8×10^{-16}	1.6	2.7×10^{-16}	1.2
Plutonium 241	8.1×10^{-15}	0.9	5.9×10^{-15}	0.5
TOTAL DOSE	6		4	

注) ウェストリングロード及び気象観測地点における ^{241}Pu 濃度は、他2点の測定結果から、 $\text{Pu}(\alpha)$ との比例で計算した値。

表4-7 (続 き)

(2) セラフィールドサイト周辺地域

サンプリング 地点 濃度及び線量 Nuclides	Ehen Pumphouse (3 km)		Brow Top (3 km)	
	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)
Strontium 90	$<1.0 \times 10^{-15}$	<0.002	$<1.0 \times 10^{-15}$	<0.002
Ruthenium 106	$<8.9 \times 10^{-16}$	<0.05	$<5.1 \times 10^{-16}$	<0.03
Caesium 137	$<3.0 \times 10^{-15}$	<0.001	$<2.0 \times 10^{-16}$	<0.001
Cerium 144	$<7.0 \times 10^{-15}$	<0.02	$<4.1 \times 10^{-15}$	<0.01
Americium 241	5.9×10^{-17}	0.3	4.1×10^{-17}	0.2
Curium 242	4.1×10^{-17}	0.2	4.1×10^{-17}	0.2
Plutonium alpha	8.6×10^{-16}	0.08	8.9×10^{-16}	0.1
TOTAL DOSE		0.6		0.5

サンプリング 地点 濃度及び線量 Nuclides	Greengarth (6 km)		Drigg (6 km)	
	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)
Strontium 90	$<2.0 \times 10^{-15}$	<0.004	$<1.0 \times 10^{-15}$	<0.002
Ruthenium 106	$<8.1 \times 10^{-16}$	<0.04	$<3.0 \times 10^{-15}$	<0.02
Caesium 137	$<5.9 \times 10^{-15}$	<0.0002	$<2.0 \times 10^{-15}$	<0.001
Cerium 144	$<5.1 \times 10^{-15}$	<0.01	$<5.1 \times 10^{-15}$	<0.01
Americium 241	7.0×10^{-17}	0.3	$<2.0 \times 10^{-17}$	0.09
Curium 242	6.2×10^{-17}	0.3	3.0×10^{-17}	0.1
Plutonium alpha	1.2×10^{-15}	0.1	6.5×10^{-16}	0.06
TOTAL DOSE		0.8		0.3

サンプリング 地点 濃度及び線量 Nuclides	Ravenglass (10 km)		St Bees (10 km)		Ingwell School (11 km)	
	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	Dose (mrem)
Strontium 90	$<2.0 \times 10^{-15}$	<0.004	$<1.0 \times 10^{-15}$	<0.002	$<2.0 \times 10^{-15}$	<0.004
Ruthenium 106	$<5.9 \times 10^{-15}$	<0.03	$<5.1 \times 10^{-15}$	<0.03	$<7.0 \times 10^{-15}$	<0.04
Caesium 137	$<2.0 \times 10^{-15}$	<0.001	$<1.0 \times 10^{-15}$	<0.0003	$<2.0 \times 10^{-15}$	<0.001
Cerium 144	$<5.1 \times 10^{-15}$	<0.01	$<4.1 \times 10^{-15}$	<0.01	$<5.1 \times 10^{-15}$	<0.01
Americium 241	6.5×10^{-17}	0.3	4.3×10^{-17}	0.19	3.5×10^{-17}	0.2
Curium 242	4.1×10^{-17}	0.2	2.6×10^{-17}	0.1	3.2×10^{-17}	0.1
Plutonium alpha	8.4×10^{-16}	0.08	5.7×10^{-16}	0.05	7.0×10^{-16}	0.06
TOTAL DOSE		0.6		0.4		0.4

注) ^{241}Pu 濃度は、 $\text{Pu}(\alpha)$ の測定結果から比例計算で得た値

5. MAF Fによるセラフィールド周辺の環境モニタリング

英国においては、前章に示した施設者側としてのモニタリングだけでなく、規制側である英国農水食料省(MAF F)のモニタリングについても、1967年の"Radioactivity in Surface and Coastal Waters of the British Isles, Technical Report FRL 1"以来定期的に報告書が刊行されている。本章では、LOWESTOFT 1984 を中心に、その概要を記載する。

(1) 魚類及び貝類

魚類のモニタリングは、全 β 放射能と公衆の被ばく線量への寄与の大部分を占める放射性セシウムについて、アイリッシュ海及びそれより遠方海域を対象として行なわれている。1982年の魚類の採取地点及び試料数を測定結果とあわせて表5-1に示す。表は、ほぼセラフィールドからの距離の順に記載している。公衆の消費の実態を考慮して、試料の多くは市場から購入している。しかしながら、被ばく線量を過小評価する可能性を最小にするため、また特定の試料については市場からの購入が困難であるため、セラフィールド海域での魚貝類のサンプリングも行なっている。「セラフィールド海岸地点」は、セラフィールドの近傍の沿岸地点を、「セラフィールド沖合地点」は、パイプラインの南方に長辺を海岸線と並行に位置している幅1海里、長さ2海里の長方形の海域を表している。沖合地点のパイプラインからの平均距離は、5kmである。

貝類の場合は、放射性セシウムだけでなく、他の核種についても濃縮係数が魚類に比べて高い核種は、被ばくに対して有意に寄与する。このため、アイリッシュ海と、それより遠方の海域で採取した貝については、全 β 放射能と β - γ 核種の測定も行なっている。

1982年における貝類の採取地点及び試料数を測定結果とあわせて表5-2に示す。タマキビは、セラフィールド周辺に住む貝類を摂取する決定グループに関して重要な経路である。1982年には、この決定グループへの代表的な原産地であるカルダートン(Coulderton)及びネザータウン(Nethertown)で採取されたタマキビも追加試料として得られた。

アクチノイドの分析は、魚類及び貝類の試料の中から被ばく評価上重要なもののみを選択して行なっている。1982年の実績を測定結果とあわせて表5-3に示す。

魚貝類の摂取による被ばく線量は、ICRPで勧告されている決定グループの手法を用いて評価している。決定グループとしては、放射能の濃度が最も高い沿岸海域で採取された魚貝類を摂取するカンブリア沿岸の住民と、魚貝類の摂取率が最も高い、主にホワイトヘブン、フリートウッド及びモアキャンプ湾に陸上げされる魚貝類を摂取するカンブリア及びランカシャーの人びとが認められている。後者は、カンブリア沿岸とは離れた地点で量をするので、魚類中の放射性物質濃度は低い。

1982年の被ばく線量のまとめを、摂取率と合わせて表5-4に示す。なお、核種については、ここでは主要核種のみしか掲載していないので、合計値は必ずしも一致しない。Sr-90に起因する被ばく線量は、放出量に基づき評価したものである。Pu-241からの被ばく線量は、セントビーズで得られた、Pu-241/Pu-239+240比に基づいて導出した。

表5-1 アイリッシュ海およびその遠方海域における魚類の採取地点および β/γ 放射能測定結果

採取地点/陸揚げ地点	試料	試料数	平均放射能濃度 (Bq/kg)			
			全ベータ	Cs-134	Cs-137	
セラフィールド沿岸地点 ¹⁾	タラ (Cod)	4	1200	57	1100	
	タラ (Whiting)	1	680	29	620	
	サバ (Mackerel)	1	600	28	580	
セラフィールド沖合地点 ¹⁾	カレイ (Plaice)	12	510	23	490	
	小ガレイ (Dab)	4	500	22	500	
	ヒラメ (Flounder)	1	420	18	430	
	タラ (Whiting)	1	710	38	820	
レイベングラス ²⁾	タラ (Cod)	1	480	18	370	
	タラ (Cod)	7	680	35	660	
	カレイ (Plaice)	5	480	25	490	
モアキャンプ湾 ¹⁾	ヒラメ (Flounder)	1	1100	46	1100	
	ヒラメ (Flounder)	4	410	17	380	
ホホワイトヘブン ²⁾	タラ (Cod)	4	360	12	260	
	カレイ (Plaice)	4	240	8.2	200	
フリートウッド ¹⁾	ニシン (Herring)	2	280	7.5	160	
	タラ (Cod)	4	320	10	220	
	カレイ (Plaice)	4	160	5.9	140	
カンブリアの河川 ³⁾ マン島 ²⁾	マス (Sea trout)	3	350	13	340	
	タラ (Cod)	4	170	3.7	74	
	カレイ (Plaice)	1	120	1.6	37	
	ニシン (Herring)	3	210	3.8	87	
	カレイ (Witches)	1	92	0.5	19	
	シタビラメ (Lemon sole)	1	150	2.6	60	
	シタビラメ (Dover sole)	1	NA	2.3	57	
	カレイ (Plaice)	4	NA	2.2	58	
	タラ (Cod)	9	NA	3.0	86	
	タラ (Whiting)	5	NA	6.6	160	
アイリッシュ海 ¹⁾ (モニタリング船)	ニシン (Herring)	1	NA	1.7	60	
	エイ (Ray)	4	NA	1.0	33	
	タラ (Hake)	1	NA	0.7	19	
	アンコウ (Monkfish)	2	NA	4.3	120	
	シタビラメ (Lemon sole)	2	NA	1.9	64	
	サバ (Mackerel)	1	NA	3.5	76	
	インナーソルウェイ ¹⁾	サケ (Salmon)	1	130	ND	4.1
	北アングレセイ ¹⁾	ヒラメ (Flounder)	3	380	11	300
		カレイ (Plaice)	1	140	ND	32
	北アイルランド ²⁾ ミンチ ¹⁾	小ガレイ (Dab)	1	150	1.3	44
タラ (Whiting)		4	230	4.2	120	
北海北部 ¹⁾	カレイ (Plaice)	3	120	0.9	23	
	タラ (Cod)	3	160	1.0	23	
	ニシン (Herring)	1	140	ND	8.6	
	カレイ (Plaice)	4	170	ND	3.8	
	タラ (Cod)	9	140	0.09	6.1	
	タラ (Haddock)	5	NA	ND	3.0	
北海中部 ¹⁾	ニシン (Herring)	1	NA	ND	3.3	
	Saithe	1	NA	ND	3.2	
	タラ (Norway Pout)	2	110	ND	1.2	
	カレイ (Plaice)	10	100	0.05	4.6	
	タラ (Cod)	10	120	0.2	8.7	
	タラ (Haddock)	4	NA	0.1	6.5	
北海南部 ¹⁾	ニシン (Herring)	1	100	0.4	10	
	タラ (Whiting)	2	NA	0.2	15	
	カレイ (Plaice)	4	94	ND	2.8	
ノルウェー海 ¹⁾	タラ (Cod)	4	140	0.1	5.6	
	タラ (Whiting)	2	NA	ND	4.4	
	タラ (Cod)	1	110	ND	2.2	
バレンツ海 ¹⁾	タラ (Haddock)	1	130	ND	2.6	
	タラ (Cod)	1	NA	ND	1.6	
アイスランド ¹⁾	タラ (Cod)	2	100	ND	0.4	
	タラ (Haddock)	1	120	ND	0.2	

ND=Not Detected; NA=Not Analysed

1) 採取地点; 2) 陸揚げ地点; 3) North West Water Authorityにより, 河川から採取

表 5-2 アイリッシュ海およびその遠方海域における貝類等の採取地点およびβ/γ放射能

採取地点および 陸揚げ地点	試料	試料 数	平均放射能濃度 (wet) (Bq/kg)											
			全β	⁶⁰ Co	⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	^{110m} Ag	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce	¹⁵⁴ Eu	¹⁵⁵ Eu
セラフィールド沿岸地点 ¹⁾	カニ(Crabs)	7	540	3.2	ND	ND	350	20	0.8	8.4	180	3.4	ND	0.3
	ロブスター(Lobsters)	3	940	0.6	ND	ND	71	7.1	ND	15	320	ND	ND	ND
セラフィールド沖合地点 ¹⁾	バイ貝(Whelks)	2	770	ND	ND	ND	520	9.3	ND	4.1	95	ND	ND	ND
カルダートン ¹⁾	ヨメガカサ(Limpets)	1	2100	5.6	430	ND	1800	20	ND	15	350	63	ND	12
	メクラガイ(Winkles) ³⁾	10	4000	14	550	28	2500	55	6.8	22	380	66	5.2	5.9
	メクラガイ(Winkles) ⁴⁾	5	5400	27	1100	8.1	4300	70	14	25	480	110	3.6	5.4
ネザータウン ¹⁾	メクラガイ(Winkles)	4	4200	17	1900	12	3200	57	9.1	20	400	130	10	6.5
レイベングラス ¹⁾	トリガイ(Cockles)	4	1600	13.0	350	13	1100	ND	ND	8.7	170	74	7.9	14
	イガイ(Mussels)	4	1000	4.3	180	4.7	980	ND	2.3	8.1	170	10	1.0	3.8
セント・ピーズ ¹⁾	ヨメガカサ(Limpets)	4	2700	4.3	190	5.2	990	19	11	10	220	32	3.4	2.4
	イガイ(Mussels)	4	3900	10	800	56	3500	24	6.1	8.0	180	36	1.8	4.2
	メクラガイ(Winkles)	4	3300	11	300	7.0	2000	44	ND	11	200	28	ND	ND
ホワイトヘブン ²⁾	Nephrops	2	320	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.6	130	ND	ND	ND
モアキャンプ湾 ¹⁾	小エビ(Shrimps)	4	220	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.9	160	ND	ND	ND
	トリガイ(Cockles)	4	230	1.1	ND	ND	54	ND	0.5	3.8	85	2.2	ND	0.3
マン島 ²⁾	ホタテ貝(Scallops)	4	120	ND	ND	ND	0.5	1.0	ND	0.3	14	ND	ND	ND
	ニベ(Queens)	1	110	ND	ND	ND	ND	2.4	ND	0.4	9.0	ND	ND	ND
インナー・ソルウェイ ¹⁾	小エビ(Shrimps)	3	200	ND	ND	ND	3.8	ND	ND	6.3	140	ND	ND	ND
カーカドブライト ²⁾	ホタテ貝(Scallops)	3	65	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	63	ND	ND	ND
	ニベ(Queens)	4	67	ND	ND	ND	ND	0.3	ND	0.2	9.9	ND	ND	ND
	メクラガイ(Winkles)	4	270	1.2	ND	ND	160	2.0	ND	2.7	60	ND	ND	ND
北ソルウェイ沿岸 ¹⁾	メクラガイ(Winkles)	5	260	0.6	ND	ND	110	3.2	0.5	2.3	64	ND	ND	ND
ワイアラル ¹⁾	小エビ(Shrimps)	2	210	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.6	87	ND	ND	ND
	トリガイ(Cockles)	3	110	ND	ND	ND	4.3	ND	ND	0.9	36	ND	ND	0.2
コンウェイ ²⁾	イガイ(Mussels)	2	76	ND	ND	ND	3.0	ND	ND	0.6	18	ND	ND	ND
北アングレセイ ¹⁾	カニ(Crabs)	1	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.1	16	ND	ND	ND
北アイルランド ²⁾	Nephrops	4	140	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.3	27	ND	ND	ND
アイリッシュ海 ¹⁾ (モニタリング船)	Nephrops	4	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.4	51	ND	ND	ND
	ニベ(Queens)	4	NA	ND	ND	ND	94	12	ND	0.7	18	ND	ND	ND
	ヤリイカ(Squid)	4	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	29	ND	ND	ND
	バイ貝(Whelks)	2	NA	0.3	ND	ND	61	5.5	ND	1.1	25	ND	ND	ND
	Nephrops	3	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	6.7	ND	ND	ND
北海北部 ¹⁾	Nephrops	1	110	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.4	ND	ND	ND	ND
北海中部 ¹⁾	イガイ(Mussels)	1	45	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND
	トリガイ(Cockles)	4	26	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	ND	ND	ND	ND
北海南部 ¹⁾	イガイ(Mussels)	3	32	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	ND	ND	ND	ND

NA=Not Analysed; ND=Not Detected; 1) 採取地点; 2) 陸揚げ地点; 3) 消費者Aから入手; 4) 消費者Bから入手

表5-3 アイリッシュ海およびその遠方海域における魚類および貝類等の採取地点および超ウラン元素濃度

採取地点/陸揚げ地点	試料	試料数	平均放射能濃度 (wet) (Bq/kg)					
			²³⁸ Pu	²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴² Cm	²⁴³ Cm+ ²⁴⁴ Cm
セラフィールド沿岸地点 ¹⁾	タラ(Cod)	2	0.011	0.048	NA	0.043	0.00084	0.00032
	カニ(Crabs)	2	0.61	2.7	NA	7.3	ND	0.038
	ロブスター(Lobsters)	2	0.25	1.0	NA	4.8	0.030	0.016
セラフィールド沖合地点 ¹⁾	カレイ(Plaice)	3	0.032	0.13	NA	0.13	0.0016	0.00072
	バイ貝(Whelks)	2	NA	NA	NA	16	NA	NA
カルダートン ¹⁾	メクラガイ(Winkles)	1	19	72	NA	67	1.1	0.40
	メクラガイ(Winkles)	1	30	113	NA	106	2.3	0.78
セント・ピーズ ¹⁾	ヨメガカサ(Limpets)	1	23	88	NA	95	1.5	0.78
	メクラガイ(Winkles)	1	9.0	32	990	32	0.35	0.25
	メガイ(Mussels)	1	12	50	NA	37	0.35	0.27
レイベングラス ¹⁾	ヨメガカサ(Limpets)	4	NA	NA	NA	30	NA	NA
	トリガイ(Cockles)	1	16	65	NA	93	1.3	0.65
	イガイ(Mussels)	1	9.0	35	NA	53	0.24	0.22
レイベングラス ²⁾	カレイ(Plaice)	1	0.016	0.066	NA	0.064	0.0023	0.00047
ホワイトヘブン ²⁾	タラ(Cod)	1	0.0031	0.012	NA	0.017	0.00048	0.00012
	カレイ(Plaice)	1	0.0031	0.015	NA	0.014	ND	0.00008
	タラ(Cod)	1	0.0018	0.0068	NA	0.0074	ND	0.00003
モアキャンプ湾 ¹⁾	Nephrop	1	0.28	1.2	NA	2.6	0.014	0.0096
	小エビ(Shrimps)	1	0.018	0.077	NA	0.079	ND	0.00052
マン島 ²⁾	トリガイ(Cockles)	1	0.92	4.0	NA	6.0	ND	0.037
	カレイ・ヒラメ (Mixed flat fish)	1	0.00065	0.0031	NA	0.0036	ND	ND
	タラ(Cod)	1	0.00034	0.0012	NA	0.0015	ND	ND
	ニシン(Herring)	1	0.00070	0.0026	NA	0.0029	ND	ND
アイリッシュ海 ¹⁾ (モニタリング船)	ホタテ貝(Scallops)	1	0.018	0.094	NA	0.037	ND	ND
	バイ貝(Whelks)	2	NA	NA	NA	1.2	NA	NA
	サケ(Salmon)	1	0.00014	0.00056	NA	0.00053	ND	ND
カーカドブライト ²⁾	ホタテ貝(Scallops)	1	0.037	0.18	NA	0.070	ND	0.00014
	ニベ(Queens)	1	0.020	0.097	NA	0.070	ND	0.00049
	メクラガイ(Winkles)	1	0.63	2.7	NA	3.4	0.027	0.016
北ソルウェイ沿岸 ¹⁾	メクラガイ(Winkles)	1	0.95	4.2	NA	5.0	0.019	0.024
ワイアラル ¹⁾	トリガイ(Cockles)	3	NA	NA	NA	1.8	NA	NA
コンウィ ²⁾	イガイ(Mussels)	1	0.029	0.16	NA	0.18	ND	0.00068
北アイルランド ²⁾	Nephrops	1	0.0025	0.012	NA	0.026	0.00089	0.00026
ミンチ ¹⁾	タラ(Cod)	1	0.00020	0.00092	NA	0.00087	ND	ND
北海北部 ¹⁾	タラ(Cod)	1	0.00012	0.00048	NA	0.00057	ND	ND
	タラ(Norway pout)	1	0.00049	0.0038	NA	0.0026	ND	ND
	Nephrops	1	0.0031	0.016	NA	0.0082	0.00027	0.00011
北海中部 ¹⁾	Nephrops	1	0.0023	0.0099	NA	0.0077	ND	ND
北海南部 ¹⁾	イガイ(Mussels)	1	0.0013	0.0083	NA	0.0023	0.00027	0.00007
	トリガイ(Cockles)	1	0.0023	0.011	NA	0.0052	ND	0.00013
アイスランド ¹⁾	タラ(Cod)	1	0.00015	0.00065	NA	0.00048	ND	ND

ND=Not Detected; NA=Not Analysed; 1) 採取地点; 2) 陸揚げ地点; 3) 消費者Aより入手

表5-4 アイリッシュ海産物の海産物の摂取に起因する個人被ばく線量

被ばく集団	海産物の摂取率 kg/y (g/d)	核種	預託実効線量当量 (ICRPによる公衆の線量限度である5mSv/yに対する%)	
			ICRPの勧告に基づく消化管吸収率を用いて評価	Puの消化管吸収率がfactor 5で高いとした評価
カンブリア沿岸漁村の消費者	魚 類:36.5(100) 甲 殻 類: 6.6(18) 軟体動物:16.4(45)	⁹⁰ Sr	0.5	0.5
		¹⁰⁶ Ru	5.9	5.9
		¹³⁴ Cs	0.5	5
		¹³⁷ Cs	7.1	7.1
		²³⁸ Pu	0.7	3.3
		²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	2.8	13.9
		²⁴¹ Pu	1.7	8.7
		²⁴¹ Am	13.9	13.9
		計	34	54
市場 (ホワイトヘブン, フリートウッド, モアキャップ湾) からの海産物の消費者	魚 類:131(360) 甲 殻 類: 26(70) 軟体動物: 18(50)	⁹⁰ Sr	0.3	0.3
		¹⁰⁶ Ru	0.1	0.1
		¹³⁴ Cs	0.6	0.6
		¹³⁷ Cs	8.9	8.9
		²³⁸ Pu	0.04	0.2
		²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	0.2	0.9
		²⁴¹ Pu	0.1	0.6
		²⁴¹ Am	1.4	1.4
		計	12	13
ホワイトヘブン/フリートウッドに陸揚げされた魚類の代表的な消費者	魚 類: 15(40)	¹³⁴ Cs	0.05	0.05
		¹³⁷ Cs	0.9	0.8
		計	0.9	0.9

カンブリア沿岸住民の摂取率は、1982年に食品消費実態調査を行なった結果により見直しを行ない、ICRPの勧告している方法に基づいて、高い食品摂取率を有する決定グループを選定した。その結果、この決定グループの摂取率は、魚類 36.5 kg/y (100g/d) 甲殻類 6.6 kg/y (18 g/d)、軟体類 16.4 kg/y (45 g/d)と評価された。この値は、BNFLの被ばく評価に用いられている。

表5-4の最後の欄の数値は、NRPBのアドバイスに従ってプルトニウムの消化管吸収率が公衆に対しては高いとしたときの被ばく線量である。ICRPのストックホルム声明にある消化管吸収率を採用すると、カンブリア沿岸住民の1982年における預託実効線量当量は、ICRPが公衆の構成員にたいして勧告している線量限度の5mSv/yに比べて最大54%となる。作業者の消化管吸収率を用いた場合、34%となる。これらは、それぞれ、1981年における値、69%及び49%よりも減少してきている。これは、魚類中のセシウム濃度、及びタマキビ中のRu-106及び超ウラン元素濃度が減少したことによる。

また、生涯の平均線量についてもICRPの勧告に従って評価されている。1mSv/yを越える決定グループの実効線量当量率が報告されたのは、ここ2・3年のことであることから、生涯線量の平均1mSv/yをこえることはない。BNFLによりとられた措置により、放射性セシウムとアクチニドの放出量は減少しており、さらに低減化の措置がとられようとしている。しかしながら、決定グループの生涯線量については、今後とも監視していくこととなる。

ホワイトヘブン、フリートウッド及びモアキャンプ湾を中心とした市場に関する消費実態調査の結果から、これら市場からの海産物を消費する決定グループの摂取率は、魚類 131 kg/y (360 g/d)、甲殻類 26 kg/y (70 g/d) 及び軟体類 18 kg/y (50 g/d)と評価された。この決定グループの1982年の預託実効線量当量は、表5-4に示したように、公衆のPuの消化管吸収率がICRPの勧告値の5倍とした場合で、ICRPの公衆の線量限度の13%であり、1981年の19%から減少している。この減少は、アイリッシュ海産の魚類中の放射性セシウム濃度と貝類中の超ウラン元素濃度が減少したことによる。

平均的な公衆の魚類の摂取率は、15 kg/y (40 g/d) である。この摂取率で、ホワイトヘブン及びフリートウッドに陸揚げされた魚類を摂取したときの預託実効線量当量も表5-4に示した。1982年の値は、公衆の線量限度の0.9%であり、1981年の1.2%より減少している。これは、アイリッシュ海産の魚類中の放射性セシウム濃度が、減少したためである。

英国及び他のヨーロッパ諸国における海産物の摂取による1982年の集団線量も評価されており、その結果を表5-5に示す。集団線量は、海域をアイリッシュ海、スコットランド海域、北海、バルト海、ノルウェー海、スピッツベルゲン/ベアー島区域及びバレンツ海に分け、地域毎にその地域に陸揚げされる海産物の平均濃度を用いて求められている。魚類及び貝類の消費割合の補正も行なっている。フォールアウトの寄与は、除外している。魚肉から作られた飼料を経由しての豚肉及び鳥肉の摂取による被ばくも考慮されている。

1982年の英国における集団線量は、90人・Svであり、1981年の130人・Svよりも減少している。これは、アイリッシュ海及びその以遠での魚貝類中の放射性セシウム濃度の減少によるものである。ヨーロッパ諸国の集団線量も、同じ理由により1981年の150人・Svか

ら100人・Svに減少している。

表5-5の結果から、すべての放射性物質の放出を伴う行為からの国民平均線量は、0.05 mSv を越えることはないであろうと考えられる。液体廃棄物の放出による1982年の国民平均線量は、上記の値の5%以下である。

表5-5 魚貝類の摂取による集団線量（1982年）

集 団	人 口	預託実効線量当量,人・Sv
英 国	5.6×10^7	90
他のヨーロッパ諸国	7.0×10^8	100

決定グループの被ばく及び集団線量には、放射性セシウムの海洋における分布が最も重要な因子であるため、Cs-137 の挙動及び分布の調査を行なっている。海水中のCs-137のデータの収集をモニタリング船により定期的に行なっている。1981年11月のアイリッシュ海におけるCs-137の分布を図5-1に示す。1981年3月のデータに比べると全体的に濃度が低くなっているが、これは1982年のセラフィールドからの放出が低減されたこと及び1981年に比べて1982年はアイリッシュ海における海流の流れが速かったためであると考えられる。

1982年3月の北海におけるCs-137の分布を図5-2に示す。これは、1981年8月及び9月とほぼ同じレベルである。1982年の北海における魚類中の放射性セシウム濃度が1981年より低いのは、魚類による放射性セシウムの摂取期間の違いによるためであり、1981年は1980年の高い海水中濃度を反映したものであると考えられる。

(2) 外部被ばく

公衆が立ち入る潮間帯のセディメントからの γ 線放出核種からの被ばくも重要な経路となっている。セディメントは、通常、湾及び港内の微細な泥またはシルトであり、放射性物質を吸着しやすい。 γ 線量率への寄与は、主にCs、Ru-106、Zr-95/Nb-95である。

測定地点は、セラフィールド地区とさらに離れた地点において、サーベイメーターにより行なっている。各地点は、線量率と公衆による利用時間の双方の観点から選定されている。表5-6に、地上1mにおける線量率の測定結果を示す。セディメントの種類によって、線量率は大きく変動するが、一般にセラフィールドからの距離が大きくなるにつれて減少している。1982年における潮間帯の線量率は、1981年とほぼ同様であった。

セディメント中の放射能濃度についても定期的なモニタリングが行なわれている。これは、線量率との関係を見るために実施されている。 β ・ γ 放射能と超ウラン元素の濃度を表5-7に示す。試料の採取地点は、線量率の測定を実施した地点と同様である。濃度についても線量率と同様の変動が見られる。なお、再浮遊したセディメントの呼吸による被ばくは、無視できるほど小さい。

最も高い外部被ばく線量を受ける決定グループを選びだすために、北東アイリッシュ海に接している海岸沿いの潮間帯における公衆の利用時間を監視しており、摂取率と同

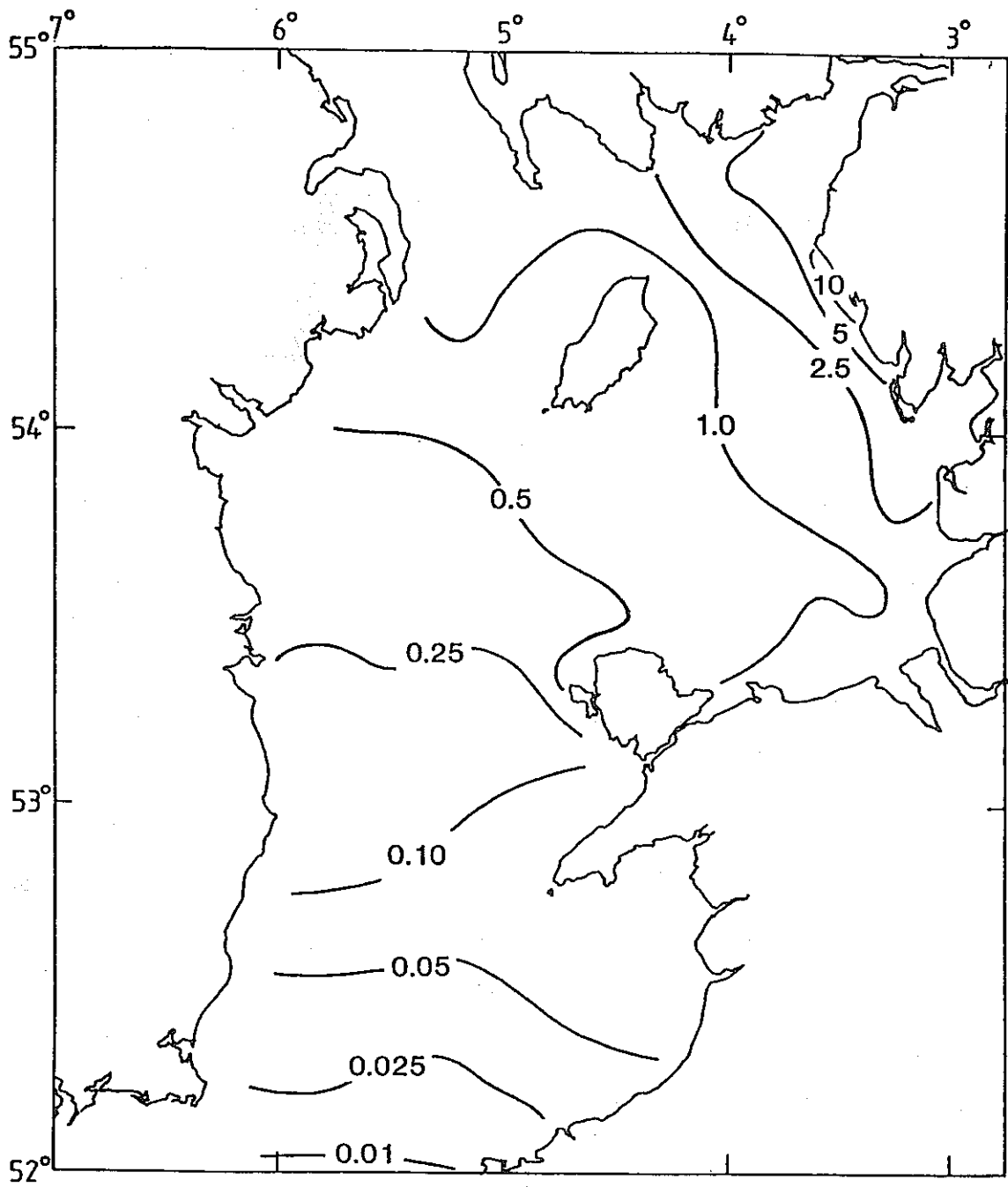


図5-1 1982年3月のアイリッシュ海におけるセシウム-137の濃度分布 (Bq/kg)

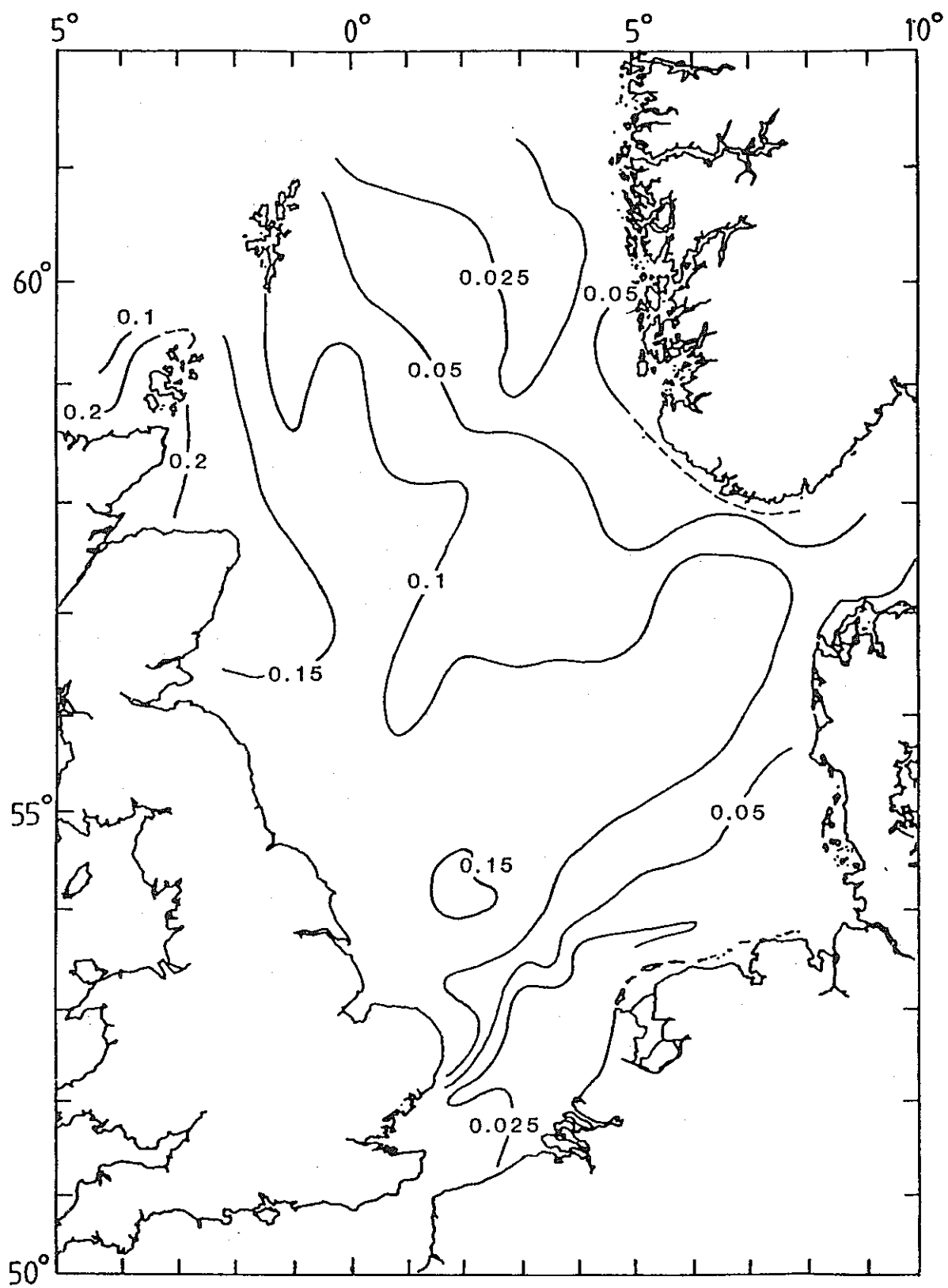


図5-2 1982年11月の北海におけるセシウム-137の濃度分布 (Bq/kg)

表5-6 カンブリア海岸およびその遠方地域の朝間帯における γ 線量率

地 点	地 質	測定地点数	地上1 mにおける平均 γ 線量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
マリーポート港	シルト	4	0.34
ワーキントン港	"	4	0.38
ホワイトヘブン港外	"	12	0.41
ホワイトヘブン港内	砂	12	0.28
ホワイトヘブンヨットハーバー	シルト	12	0.79
カルダートン巻貝生息場	岩	4	0.18
ブレストーンズ・サウス	砂	4	0.18
セラフィールド	"	11	0.20
ドリッグ	"	4	0.18
レイベングラスさけ養殖場	"	11	0.21
"	シルト	12	0.53
"	貝床	12	0.55
レイベングラス船着場	砂	12	0.18
"	シルト	12	0.36
レイベングラス浅瀬	"	12	0.67
ニュービギン	"	13	0.86
ニュービギン橋西側	砂・シルト	12	0.45
ニュービギン橋東側	塩湿地	12	0.99
ハーバーリッジ	砂	4	0.22
"	シルト	4	0.33
ミロム	砂	4	0.11
"	シルト	4	0.33
ワルネイ水路	砂	4	0.22
"	シルト	4	0.27
ワルネイ西海岸	砂	4	0.098
フルックバー	"	4	0.13
フリートウッド	"	4	0.097
ブラックプール	"	4	0.088
サウスポート	"	4	0.089
ニューブライトン	"	4	0.088
マーセイ(ロックフェリー)	シルト	4	0.19
ランダドノ	屋根	4	0.080
プレスタティン	砂	4	0.066
キプフォード斜面	シルト	4	0.22
キプフォード防波堤	"	4	0.19
キプフォード	"	4	0.28

じく、1982年に見直しが行なわれた。その結果、線量率と利用時間から、決定グループは Whitehaven 港に係留している船に乗船している人と判断された。利用時間は、潮汐により泥から船が遮蔽されている時間及び船自身による遮蔽を考慮に入れると、遮蔽されていない泥の上に年間650時間過ごすことに相当する。表5-7からバックグラウンドを差し引くと、1982年の外部被ばくは、ICRPの公衆の線量限度の8%となる。ここで Free-in-air の吸収線量率を実効線量当量率に変換する係数として、0.87 Sv/Gy を用いている。これらの人は、魚貝類も摂取するので、これらも考慮してセラフィールドからの放出に起因する被ばく線量を求めることが必要である。他の経路、たとえば、漁具の取り扱いによる被ばくは、ICRPの公衆の線量限度の4%であり、したがって合計は線量限度の12%となり、魚貝類の摂取に対する決定グループの線量に比べて小さい。また、逆に、魚貝類の摂取に対する決定グループも、外部被ばくを受ける。しかしながら、生活習慣の調査によれば、外部被ばく経路による寄与は十分に小さいことから、内部被ばくの評価にあたって安全側の仮定をすることで含まれると考えられている。

(3) ポルフィラ/ラバーブレッド

1982年には、セラフィールド地区では、消費に供するためのポルフィラは、生産されていない。したがって、この経路は、被ばくの経路とはならない。しかし、その潜在的な重要性和、指標としての観点から、モニタリングについては継続している。ポルフィラは、カンブリア沿岸から定期的に採取している。1982年の測定結果を表5-8に示す。

ラバーブレッドは、サウスウエールズの主要な工場製品の中から定期的に採取しており、Ru-106 の測定を行なっている。1982年の測定結果を表5-9に示す。測定値は、濃度が低いことから、すべて検出限界値である。この経路の決定グループの被ばく線量は、ICRPの線量限度の0.1%未満であり、実質的にはこの経路は不要であることが確認された。

(4) 他の経路

セラフィールドからの放出に関する重要な被ばく経路である上記の経路のモニタリングに加えて、他の調査を実施している。研究的なものもふくんでいるが、現在は、重要性が低い経路でも監視対象におくことができるようになっている。

海藻は、指標として有用である。特定の核種を濃縮するため、測定が容易であり、環境中の放射性物質を追跡するのに役立つ。表5-10に1982年におけるアイリッシュ海の英国側海岸で採取した海藻の測定結果を示す。セラフィールドから離れた地点におけるポルフィラ中の放射能、特にRu-106の濃度を示している。これらの地点では、ポルフィラや *Rhodomenia palmata* が少量ながら採取されているが、その濃度は被ばく評価上無視できるほど低い。ヒバマタ (*Fucus seaweeds*) は、特にRu-106以外の核分裂生成物の指標として有用である。*Fucus vesiculosus* の試料をセラフィールド地区及びさらに離れた地点から採取しており、その測定結果は表5-10に合わせて示した。

表5-7 カンブリア海岸およびその遠方地域の沈殿中の放射能濃度

採取地点	沈殿の種類	試料数	平均放射能濃度 (dry), Bq/kg																
			全β	⁶⁰ Co	⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	⁹⁹ Tc	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce	¹⁵⁴ Eu	¹⁵⁵ Eu	²³⁸ Pu	²³⁹ Pu + ²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴² Cm	²⁴³ Cm + ²⁴⁴ Cm
マリーポート	シルト	4	13000	33	2300	NA	ND	5700	89	210	5600	470	92	86	280	1100	1200	ND	5.0
ホワイトヘブン	シルト	4	17000	31	4100	8.0	17	6600	53	310	7500	660	99	95	330	1400	1200	5.0	7.3
ニュービギン	シルト	4	20000	66	6000	NA	ND	11000	200	260	6300	1300	230	180	680	2700	2500	17	13
ワルネイ島	シルト	4	5100	17	1100	NA	ND	2600	37	74	1900	270	51	37	NA	NA	570	NA	NA
ハイシャム	シルト	4	2600	2.8	250	NA	ND	880	4.1	71	1800	88	11	7.9	44	200	200	ND	0.89
サンダーランド島	シルト	4	1800	0.5	24	NA	ND	310	ND	49	1300	3.5	4.3	1.8	NA	NA	86	NA	NA
フリートウッド	砂	4	320	ND	ND	NA	ND	ND	ND	4.7	110	ND	ND	ND	0.9	4.9	4.1	ND	0.009
ブラックプール	砂	4	350	ND	ND	NA	ND	ND	ND	5.4	130	ND	ND	ND	NA	NA	2.5	ND	NA
ニューブライトン	砂	4	260	ND	ND	NA	ND	ND	ND	1.7	77	ND	ND	ND	NA	NA	2.2	NA	NA
ロックフェリー	シルト	4	3200	3.2	ND	NA	ND	230	ND	69	2300	ND	5.0	ND	43	190	240	ND	0.78
ガーリーストン	シルト	4	1700	4.0	66	NA	ND	420	0.9	34	910	27	5.3	4.4	21	97	130	ND	0.41
キプフォード斜面	シルト	4	3600	8.8	280	NA	9.0	1100	12	88	2100	63	21	19	NA	NA	350	NA	NA
キプフォード台地	シルト	3	4600	9.2	580	NA	16	1400	21	83	2200	75	24	20	NA	NA	330	NA	NA
キプフォード防波堤	シルト	4	3000	6.2	90	NA	ND	660	5.9	58	1600	38	9.8	11	45	210	240	ND	0.95

NA=Not Analysed : ND=Not Detected

表5-8 カンブリア沿岸のポルフィラ中の放射能濃度

採取地点	試料数	平均放射能濃度 (wet), Bq/kg														
		全β	⁶⁰ Co	⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce	¹⁵⁴ Eu	²³⁸ Pu	²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am	²⁴² Cm	²⁴³ Cm+ ²⁴⁴ Cm
ブレイストーンズサウス	12	5100	1.8	320	64	4600	6.7	9.8	160	30	2.0	7.1	29	26	0.67	0.18
シースケール	29	NA	1.2	100	19	2700	4.7	6.5	120	9.2	0.1	NA	NA	15	NA	NA

NA=Not Analysed

表5-9 南ウェールズにおけるラバーブレード中の¹⁰⁶Ru濃度

工場	試料数	¹⁰⁶ Ru濃度(wet), Bq/kg
A	3	< 4
B	4	< 9
C	4	< 9

表5-10 アイリッシュ海の英国側海岸における海藻中放射能濃度

海藻の種類および 採取地点	試料 数	平均放射能濃度 (wet), Bq/kg														
		全β	⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	⁹⁹ Tc	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	^{110m} Ag	¹²⁵ Sb	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce	¹⁵⁴ Eu	¹⁵⁵ Eu	²⁴¹ Am
Porphyra																
ラブラックス	4	230	ND	ND	ND	NA	ND	45	ND	ND	0.3	15	ND	ND	ND	0.4
ポート・ウィリアムス	4	230	ND	ND	ND	NA	ND	52	ND	ND	0.9	21	ND	ND	ND	0.5
ガーリーストン	4	240	ND	ND	ND	NA	ND	72	ND	2.8	1.0	31	ND	ND	ND	1.7
Fucus versiculosus																
セラフィールド	12	4200	0.2	16	570	3500	2.2	540	7.1	0.5	47	890	11	0.3	0.8	19
ハイシャム	4	860	ND	0.3	ND	NA	ND	12	ND	ND	12	280	ND	ND	ND	1.2
ポート・ウィリアムス	4	750	ND	0.4	ND	NA	ND	5.2	ND	ND	3.9	83	ND	ND	ND	0.4
ガーリーストン	4	730	ND	0.8	22	NA	ND	36	ND	0.7	6.3	150	ND	ND	ND	4.8
オーチャンカイルン	4	1100	ND	1.0	24	NA	ND	17	ND	0.4	9.6	220	0.5	ND	ND	4.9
ポートルッシュ	4	340	ND	ND	ND	NA	ND	ND	ND	ND	0.2	11	ND	ND	ND	ND
Rhodymenia palmata																
ミライスル	2	1100	ND	ND	ND	NA	ND	19	ND	ND	2.0	54	ND	ND	ND	ND
ストラングフォード・ラフ	1	670	ND	ND	ND	NA	ND	ND	ND	ND	1.9	42	ND	ND	ND	ND
Ascophyllum nodosum																
アードグラス	2	550	ND	ND	ND	NA	ND	ND	ND	ND	0.8	22	ND	ND	ND	ND
Fucus Spiralis																
アードグラス	2	330	ND	ND	ND	NA	ND	ND	ND	ND	1.2	32	ND	ND	ND	ND

6. 東海再処理施設との比較

6.1 放射性廃棄物の放出

(1) 海洋放出

東海再処理施設からの液体廃棄物の放出は、図6-1に示す海中放出管を介して、汀線から約1.8kmの設置された放出口から行なわれる。環境モニタリングは、放出口を中心としたモニタリング計画が立案され、実施されている。

東海再処理施設は、1977年9月からホット試験を開始し、1985年12月までの累積処理量は、252.8トンに達した。1977年から1984年までの各年（1月～12月）の海洋放出量を表6-1に示す。ただし、検出限界未満の値については0として計算した実測分の放出量である。この間、1980年9月1日付で保安規定が改訂され、核種の管理方法が変更されており、通年で見した場合、必ずしも統一はされていないが、3.1章に記載したセラフィールドからの海洋放出と比較して極めて低いことがわかる。

セラフィールドにおける各年の使用済燃料の処理量については、現在の情報では明確でなく、また対象とする燃料の種類も異なることから、再処理施設として比較することは必ずしも技術的意義は薄いですが、環境への直接的あるいは潜在的なインパクトの比較として、全β放射能の放出量の比較を表6-2に示す。

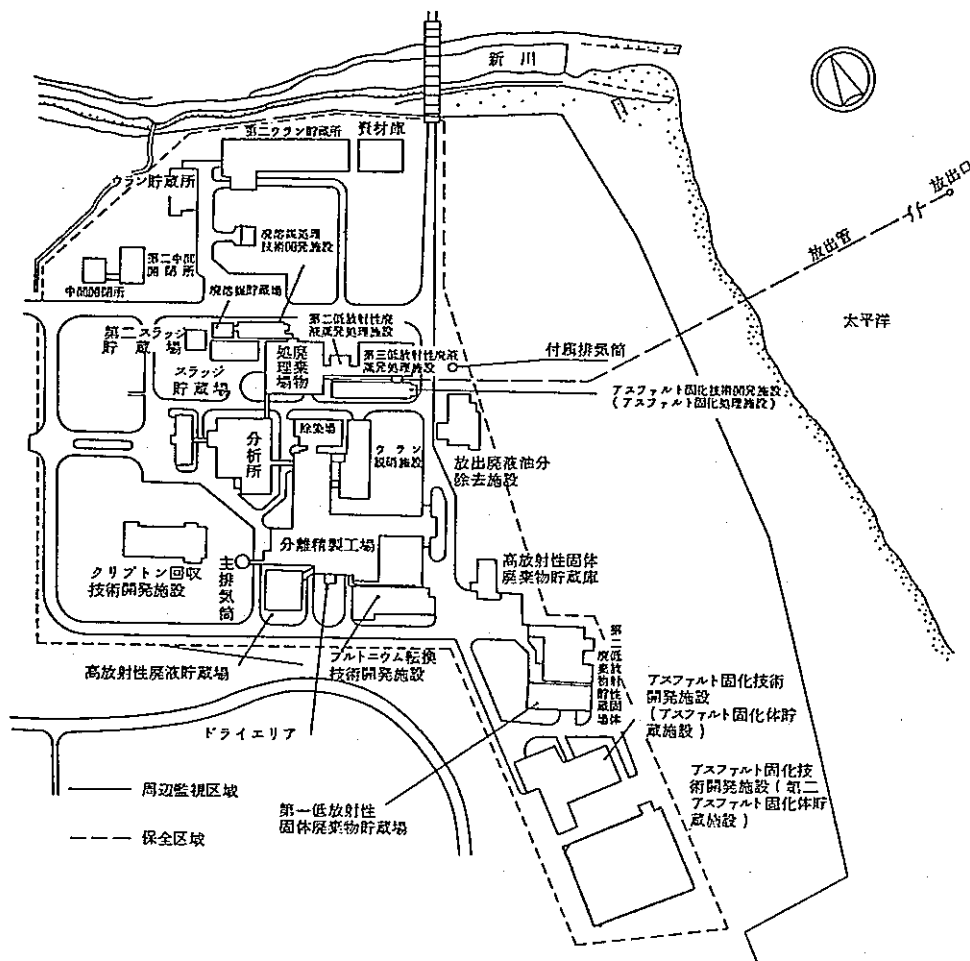


図6-1 東海再処理施設配置図

表 6-1 東海再処理施設からの海洋放出放射能量

核種	放出基準 (Ci/y)	年間放出量 (Ci/y)				核種	放出基準 (Ci/y)	年間放出量 (Ci/y)			
		1977	1978	1979	1980			1981	1982	1983	1984
全 α 放射能	1.1×10^{-1}	2.7×10^{-3}	4.5×10^{-3}	4.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}	全 α 放射能	0.11	3.3×10^{-4}	3.0×10^{-4}	2.3×10^{-4}	微
全 β 放射能	260	2.4×10^{-2}	2.0×10^{-1}	1.8×10^{-1}	3.7×10^{-2}	全 β 放射能	26	4.1×10^{-2}	3.2×10^{-2}	3.6×10^{-3}	微
ストロンチウム	25	2.0×10^{-3}	2.9×10^{-3}	2.8×10^{-3}	2.6×10^{-4}	^{89}Sr	0.43	微	微	微	微
						^{90}Sr	0.87	2.3×10^{-4}	3.0×10^{-4}	1.1×10^{-4}	5.4×10^{-4}
ジルコニウム・ニオブ	50	微	微	微	微	$^{95}\text{Zr} - ^{95}\text{Nb}$	1.1	微	微	微	微
ルテニウム	140	微	8.7×10^{-2}	9.3×10^{-2}	2.1×10^{-2}	^{103}Ru	1.73	微	微	微	微
						$^{106}\text{Ru} - ^{106}\text{Rh}$	13.87	1.0×10^{-2}	6.1×10^{-3}	微	微
セシウム	11	1.3×10^{-2}	3.7×10^{-2}	8.8×10^{-3}	4.5×10^{-3}	^{134}Cs	1.62	8.9×10^{-4}	2.8×10^{-4}	1.3×10^{-4}	微
						^{137}Cs	1.48	6.7×10^{-3}	2.6×10^{-3}	1.8×10^{-3}	微
セリウム	75	微	微	微	微	^{141}Ce	0.16	微	微	微	微
						$^{144}\text{Ce} - ^{144}\text{Pr}$	3.24	微	微	微	微
トリチウム	5.11×10^4	5.7×10^1	8.8×10^2	5.1×10^2	5.0×10^3	^3H	5.11×10^4	3.2×10^3	6.1×10^3	4.1×10^2	4.3×10^1
ヨウ素	2.6	微	3.0×10^{-2}	4.0×10^{-2}	1.2×10^{-2}	^{129}I	0.72	1.4×10^{-3}	4.5×10^{-4}	7.5×10^{-5}	微
						^{131}I	3.18	微	微	微	微
プルトニウム	0.062	3.4×10^{-4}	3.3×10^{-3}	3.4×10^{-3}	5.4×10^{-4}	Pu (α)	0.062	2.5×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.2×10^{-5}	2.1×10^{-5}

表6-2 全β放射能の海洋放出量の比較

単位：Ci/y

年	セラフィールド	東海再処理施設	比
1976	183482	—	—
1977	192768	0.024	800万分の1
1978	192550	0.20	98万分の1
1979	109678	0.18	60万分の1
1980	116391	0.037	315万分の1
1981	103543	0.041	250万分の1
1982	95352	0.032	300万分の1
1983	67283	0.0036	1870万分の1
1984	32130	微	—
計	—	0.52	—

(2) 大気放出

東海再処理施設からの気体廃棄物の放出は、地上90m（海拔96m）の主排気筒及び付属排気筒から行なわれる。付属排気筒については、アスファルト固化技術開発施設及び廃溶媒処理技術開発施設からの排気を対象としており、この他の施設の排気は、主排気筒を介して放出される。主な気体廃棄物の放出源は、主排気筒である。

1977年から1984年までの各年（1月～12月）の大気放出量を表6-3に示す。ただし、検出限界未満の値については0として計算した実測分の放出量である。また、主要核種であるKr-85、H-3、I-129の放出量の比較を表6-4に示す。海洋放出量ほどの顕著な差はないが、1ケタから2ケタ程度の差がある。

表6-3 東海再処理施設からの大気放出放射能量

核種	放出基準 (Ci/y)	年間放出量 (Ci/y)							
		1977	1178	1979	1980	1981	1982	1983	1984
⁸⁵ Kr	2.4×10 ⁶	5.4×10 ³	6.5×10 ⁴	1.8×10 ⁴	2.1×10 ⁵	1.6×10 ⁵	2.6×10 ⁵	1.4×10 ⁴	1.2×10 ²
³ H	1.5×10 ⁴	4.7	2.5×10 ¹	1.0×10 ¹	9.5×10 ¹	7.8×10 ¹	1.2×10 ²	5.2×10 ¹	1.6×10 ¹
¹²⁹ I	4.5×10 ⁻²	1.1×10 ⁻⁴	2.5×10 ⁻²	7.2×10 ⁻³	2.0×10 ⁻²	8.4×10 ⁻³	1.6×10 ⁻²	5.3×10 ⁻³	7.1×10 ⁻⁴
¹³¹ I	4.3×10 ⁻¹	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

表6-4 大気放出放射エネルギーの比較

(1) ^{85}Kr の大気放出量の比較

単位: Ci/y

年	セラフィールド	東海再処理施設	比
1976	1.2×10^6	—	—
1977	0.8×10^6	5.4×10^3	150分の1
1978	7×10^5	6.5×10^4	11分の1
1979	9.4×10^5	1.8×10^4	52分の1
1980	8.4×10^5	2.1×10^5	4分の1
1981	1.4×10^6	1.6×10^5	9分の1
1982	1.19×10^6	2.6×10^5	5分の1
1983	1.13×10^6	1.4×10^4	81分の1
1984	1.0×10^6	1.2×10^2	8300分の1

(2) ^3H の大気放出量の比較

年	セラフィールド	東海再処理施設	比
1976	1.2×10^4	—	—
1977	0.8×10^4	4.7	1700分の1
1978	6×10^3	2.5×10^1	240分の1
1979	7.8×10^3	1.0×10^1	780分の1
1980	6.8×10^3	9.5×10^1	72分の1
1981	1.24×10^4	7.8×10^1	160分の1
1982	9.72×10^3	1.2×10^2	81分の1
1983	7.25×10^3	5.2×10^1	140分の1
1984	9.423×10^3	1.6×10^1	590分の1

(3) ^{129}I の大気放出量の比較

年	セラフィールド	東海再処理施設	比
1976	—	—	—
1977	0.16	1.1×10^{-4}	1500分の1
1978	0.07	2.5×10^{-2}	3分の1
1979	0.15	7.2×10^{-3}	21分の1
1980	0.40	2.0×10^{-2}	20分の1
1981	0.24	8.4×10^{-3}	29分の1
1982	0.29	1.6×10^{-2}	18分の1
1983	0.25	5.3×10^{-3}	47分の1
1984	0.27	7.1×10^{-4}	380分の1

6.2 環境監視計画の比較

冒頭で述べたが、東海再処理施設における環境監視計画は、昭和50年の保安規定認可の際に定められ、57年に見直しを行ない現在に至っている。現在の環境監視計画を表6-5に示す。

BNFL年報に記載されている監視計画と比較した場合、陸上環境モニタリングについては、BNFLでは、モニタリング・ポスト等の東海再処理施設のような連続的な空間線量率の測定設備、あるいは積算線量の監視設備も特には有していないようであり、サーベイ・メーターによる定期的な線量率測定を行なっているのみである。また、内部被ばく経路に係るモニタリングとしては、BNFLでは、直接人が摂取する可能性のある試料を対象にしているのに対して、東海再処理施設においては、その移行経路のモニタリングとして、表土、降下塵等についてもモニタリング対象に含めているという特徴がある。ただし、BNFL年報に記載されている以外の補足的な、あるいは自主的なモニタリングの範囲は年報からは不明であり、これの有無は定かでない。

海洋環境モニタリングについては、BNFLではその放出量を考慮して、かなり広範なモニタリング計画を立案しており、またMAFFがさらに詳細なモニタリングを行なっている。

測定対象核種については、BNFLでは放出量を考慮し、アクチニドのモニタリングを定常業務として行なっていることが特徴である。東海再処理施設においては、アクチニドの被ばくへの寄与は小さいことから、定常業務としては、Pu-239/240のみを対象としており、研究開発としてAm-241等の長半減期核種の環境レベルの測定方法の開発と調査を行なっている。

東海再処理施設の環境モニタリングにおける検出限界値等を表6-6に示す。BNFLの各環境試料の前処理方法、測定方法、検出限界値等は、不明であるが、海産生物の供試料量としては先に述べたとおり、可食部の生重量で貝類0.5kg、甲殻類1kg、魚類2kgである。試料中の濃度に差があり、また前処理方法、測定方法が不明であるため、直接的な比較はできないが、東海再処理施設においては、各試料によって異なるが、一回で10kg~20kg程度の試料を処理している。

東海再処理施設周辺の環境モニタリングの例として、1984年の監視測定結果を表6-7及び表6-8に示す。

表 6-5 東海再処理施設における環境監視計画

(1) 陸上環境放射能監視計画の測定対象，測定項目等

測定対象		採 取		測 定		備 考
		採 取 点	頻 度	項 目	頻 度	
空間線量率		敷地内 7点 敷地外 3点	連 続	γ 線	連 続	モニタリング・ポスト 6基 モニタリング・ステーション4基
積算線量		敷地内 15点 敷地外 25点	連 続	γ 線	1回/3か月	モニタリング・ポイント (TLD使用)
空	浮遊塵	敷地内 3点 敷地外 4点	連 続	全 α 放射能 全 β 放射能	1回/週	測定試料は採取点別混合
				^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu	1回/3か月	
気	よう素	敷地内 1点 敷地外 3点	連 続	^{131}I	1回/週	モニタリング・ステーション
		気体状 β 放射 能濃度		敷地内 1点 敷地外 3点	連 続	^{85}Kr
雨 水		敷地内 1点	連 続	^3H		1回/月
降 下 塵		敷地外 1点	連 続	全 β 放射能	1回/月	安全管理棟屋上
飲 料 水		敷地内 1点 敷地外 3点	1回/3か月	全 β 放射能 ^3H	1回/3か月	敷地外3点：東海村照沼 勝田市長砂，西10 km点
葉 菜		敷地外 3点	1回/3か月	^{131}I	1回/3か月	敷地外3点；東海村照沼 勝田市長砂，西10 km点 採取不能の場合はこの 限りでない。
				^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu	1回/年	
精 米		敷地外 3点	1回/年	^{90}Sr	1回/年	敷地外3点；東海村照沼 勝田市長砂，西10 km点 採取不能の場合はこの限 りでない。
牛 乳		敷地外 3点	1回/3か月	^{131}I	1回/3か月	敷地外3点，東海村船場 勝田市長砂，西10 km点 採取不能の場合はこの限 りでない。
				^{90}Sr	1回/年	
表 土		敷地内 2点 敷地外 3点	1回/年	^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu	1回/年	
河 川 水		新 川 3点 久慈川 上 流 1点	1回/6か月	全 β 放射能 ^3H	1回/6か月	
河 底 土		新 川 3点 久慈川 上 流 1点	1回/6か月	全 β 放射能	1回/6か月	

(注) 採取不能の場合は近傍の点をもってかえる。

(2) 海洋環境放射能監視計画の測定対象、測定項目等

測定対象	採 取		測 定		備 考	
	採 取 点	頻 度	項 目	頻 度		
海 水	放出口 1点	1回/3か月	全β放射能, ^3H	1回/3か月	排水放出時採取	
			^{239}Pu , 核種分析	1回/年		
	放出口付近 4点	1回/3か月	全β放射能, ^3H	1回/3か月	4点混合試料について測定	
			^{239}Pu , 核種分析	1回/年		
久慈沖および磯崎沖 2点	1回/6か月	全β放射能, ^3H	1回/6か月			
北約20 km点 1点	1回/年	全β放射能, ^3H 核種分析, ^{239}Pu	1回/年			
海 底 土	放出口付近 5点	1回/6か月	核種分析 ^{239}Pu	1回/6か月	5点混合試料について測定	
	久慈沖および磯崎沖 2点	1回/6か月	核種分析, ^{239}Pu	1回/6か月		
	北約20 km点 1点	1回/6か月	核種分析, ^{239}Pu	1回/6か月		
海 岸 水	動燃海岸 1点 久慈浜海岸 1点 阿字ヶ浦海岸 1点 南北約20 km点各1点	1回/6か月	全β放射能, ^3H	1回/6か月		
	核種分析, ^{239}Pu		1回/年			
海 岸 砂	動燃海岸 1点 久慈浜海岸 1点 阿字ヶ浦海岸 1点 南北約20 km点各1点	1回/3か月	表面線量	1回/3か月		
海 産 生 物	シラス	東海村地先 1点	1回/3か月	核種分析	1回/3か月	採取不能の場合はこの限りでない。
		約10 km以遠 1点				
	カレイ または ヒラメ	東海村地先 1点	1回/3か月	核種分析	1回/3か月	
		約10 km以遠 1点				
貝 類	久慈浜地先 1点	1回/3か月	核種分析	1回/3か月		
	約10 km以遠 1点					
ワカメ または ヒジキ	久慈浜地先 1点	1回/3か月	核種分析	1回/3か月		
	磯崎地先 1点					
	約10 km以遠 1点					
漁 網	東海村地先に於て「せいかい」曳航の漁網	1回/3か月	表面線量	1回/3か月		
船 体	「せいかい」甲板	1回/3か月	表面線量	1回/3か月		

(注) 核種分析の対象核種は, ^{90}Sr , ^{106}Ru / ^{106}Rh , ^{134}Cs , ^{137}Cs 及び ^{144}Ce / ^{144}Pr とする。

表6-6 検出限界値一覧

測定項目		単位	検出限界	供試量	測定器	備考
空間線量率		$\mu\text{R}/\text{hr}$	—	—	Na I (TL)	
積算線量 (TLD)		mR / 91日	—	—	TLD	
空气中放射性物質濃度	全 α	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	0.5×10^{-15}	500~1,000 m^3	Zn S	1週間分試料
	全 β	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	2.0×10^{-14}	500~1,000 m^3	GM	"
	^{90}Sr	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	0.3×10^{-15}	5,000~10,000 m^3	LBC	3か月間試料
	^{137}Cs	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	0.2×10^{-15}	5,000~10,000 m^3	Ge	"
	$^{239}, ^{240}\text{Pu}$	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	4.0×10^{-18}	5,000~10,000 m^3	Si-SSD	"
	^{131}I	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	0.5×10^{-14}	500~1,000 m^3	Ge	1週間試料
気体状 β 放射能濃度		$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	2.0×10^{-7}	300 cm^3	GM	直接測定
雨水	^3H	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	0.1×10^{-6}	40 cm^3	LSC	
降下塵	全 β	mCi / km^2	0.1	0.5 m^2 水盤	LBC	
飲料水	全 β	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	1.0×10^{-9}	1,000 cm^3	LBC	
	^3H	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	0.1×10^{-6}	10~50 cm^3	LSC	
葉菜	^{131}I	pCi / kg・生	30	0.5~1.0kg・生	Ge	ジュース直接測定
	^{90}Sr	pCi / kg・生	1	~3kg・生	LBC	灰 20g
	^{137}Cs	pCi / kg・生	2.0	1~5kg・生	Ge	
	$^{239}, ^{240}\text{Pu}$	pCi / kg・生	0.005	~3kg・生	Si-SSD	灰 20g
精米	^{90}Sr	pCi / kg・生	1.0	~3kg・生	LBC	灰 20g
牛乳	^{131}I	pCi / ℓ ・生	5.0	3 ℓ	Ge	直接測定
	^{90}Sr	pCi / ℓ ・生	0.5	~3 ℓ	LBC	灰 20g
表土	^{90}Sr	pCi / kg・乾	2	~0.2kg・乾	LBC	
	^{137}Cs	pCi / kg・乾	20	~1kg・乾	Ge	直接測定
	$^{239}, ^{240}\text{Pu}$	pCi / kg・乾	1.0	~0.05kg・乾	Si-SSD	
河川水	全 β	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	1.0×10^{-9}	1,000 cm^3	LBC	
	^3H	$\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$	0.1×10^{-6}	40 cm^3	LSC	
河底土	全 β	pCi / g・乾	2	5g・乾	GM	

注) Na I : Na I (TL) シンチレーションカウンタ, TLD : 熱蛍光線量計

Zn S : Zn S (Ag) シンチレーションカウンタ, GM : GM管, LBC : 低B.Gガスフローカウンタ,

Ge : Ge α スペクトロメータ, Si-SSD : Si-SSD α スペクトロメータ,

LSC : 低B.G液体シンチレーションカウンタ

(測定時間) Zn S : 10~40分, GM : 10~40分, LBC : 50~100分, LSC : 300分

Ge : 20,000~50,000秒, Si-SSD : ~80,000秒

表6-6 検出限界値一覧 (続き)

測定項目		単位	検出限界	供試量	測定器	備考
海水 海岸水	全β	μCi/cm ³	1.0×10 ⁻⁹	2,000~5,000cm ³	LBC	
	³ H	μCi/cm ³	0.1×10 ⁻⁶	40cm ³	LSC	
	^{239,240} Pu	pCi/ℓ	0.0005	20~100ℓ	Si-SSD	
	⁹⁰ Sr	pCi/ℓ	0.05	~10ℓ	LBC	
	¹⁰⁶ Ru	pCi/ℓ	0.1	20~40ℓ	LBC	
	¹³⁴ Cs	pCi/ℓ	0.2	~20ℓ	Ge	
	¹³⁷ Cs	pCi/ℓ	0.1	~20ℓ	Ge	
	¹⁴⁴ Ce	pCi/ℓ	0.1	100ℓ	LBC	
海底土	^{239,240} Pu	pCi/kg・乾	1.0	0.05kg・乾	Si-SSD	
	⁹⁰ Sr	"	2.0	0.2kg・乾	LBC	
	¹⁰⁶ Ru	"	10	0.05kg・乾	LBC	
	¹³⁴ Cs	"	30	~1kg・乾	Ge	
	¹³⁷ Cs	"	20	~1kg・乾	Ge	
	¹⁴⁴ Ce	"	10	0.05kg・乾	LBC	
海岸砂	ベータ表面計数率	cpm	-	-	端窓型GMサーベイメータ	
	ガンマ表面線量率	μR/hr	-	-	NaI(Tℓ)サーベイメータ	
注) 海産生物	⁹⁰ Sr	pCi/kg・生	0.5	~1kg・生	LBC	灰20g
	¹⁰⁶ Ru	"	1.0	~1kg・生	LBC	灰20g
	¹³⁴ Cs	"	5.0	1~5kg・生	Ge	
	¹³⁷ Cs	"	1.0	1~5kg・生	Ge	
	¹⁴⁴ Ce	"	1.0	~1kg・生	LBC	灰20g
漁網	ベータ表面計数率	cpm	-	-	端窓型GMサーベイメータ	
	ガンマ表面線量率	μR/hr	-	-	NaI(Tℓ)サーベイメータ	
船体	ベータ表面計数率	cpm	-	-	端窓型GMサーベイメータ	
	ガンマ表面線量率	μR/hr	-	-	NaI(Tℓ)サーベイメータ	

注) シラス, ワカメまたはヒジキ, カレイまたはヒラメ及び貝類

表 6-7 1984 年陸上環境監視測定結果と事前調査結果の比較

測定対象	採取		測定		測定値 (注1)				事前調査結果(注2)	備考
	採取点	頻度	項目	頻度	項目	最小~最大	特異値	単位	平均+3σ	
空間総量率	敷地内 7点	連続	γ線	連続	モニタリングポスト	3 ~ 7		μR/h	9.3	モニタリングポスト 6基 モニタリングステーション 4基
	敷地外 3点				モニタリングステーション	2.5 ~ 4.1	5.8			
積算線量	敷地内 15点 敷地外 25点	連続	γ線	1回/3カ月	γ線	5 ~ 13		mR/3カ月	15	モニタリングポイント (TLD 使用)
空 気	浮遊じん	連続	全α放射能	1回/週	全α放射能	D.L ~ 3.0		$\times 10^{-9}$ pCi/cd	9.5	測定試料は採取 点別混合
			全β放射能		全β放射能	D.L ~ 2.6		$\times 10^{-9}$ pCi/cd	44	
			⁹⁰ Sr		⁹⁰ Sr	D.L		$\times 10^{-9}$ pCi/cd	1.8	
			¹³⁷ Cs	1回/3カ月	¹³⁷ Cs	D.L ~ 0.3		$\times 10^{-9}$ pCi/cd	1.8	
	²³⁹ Pu		²³⁹ Pu	D.L		$\times 10^{-12}$ pCi/cd	23			
よう菜	敷地内 1点 敷地外 3点	連続	¹³¹ I	1回/週	¹³¹ I	D.L		$\times 10^{-6}$ pCi/cd	-	モニタリングステーション
気 体 状 β 放 射 能 濃 度	敷地内 1点 敷地外 3点	連続	⁸⁵ Kr	連続	⁸⁵ Kr	D.L		$\times 10^{-1}$ pCi/cd	-	同上
雨 水	敷地内 1点	連続	³ H	1回/月	³ H	D.L ~ 0.2		pCi/cd	0.4	安全管理棟屋上
降下じん	敷地内 1点	連続	全β放射能	1回/月	全β放射能	0.1 ~ 0.3		mCi/kd	14	同上
飲 料 水	敷地内 1点 敷地外 3点	1回/3カ月	全β放射能	1回/3カ月	全β放射能	D.L ~ 1.7		pCi/L	43	敷地外 3点 東海村照沼 豊田市長砂 西約10km点
			³ H		³ H	D.L ~ 0.2		pCi/cd	0.4	
葉 菜	敷地外 3点	1回/3カ月	¹³¹ I	1回/3カ月	¹³¹ I	D.L		pCi/kg.生	-	同上
			⁹⁰ Sr		⁹⁰ Sr	5.3 ~ 15		pCi/kg.生	59	
			¹³⁷ Cs	1回/年	¹³⁷ Cs	D.L		pCi/kg.生	13	
			²³⁹ Pu		²³⁹ Pu	D.L		pCi/kg.生	0.11	
精 米	敷地外 3点	1回/年	⁹⁰ Sr	1回/年	⁹⁰ Sr	D.L		pCi/kg.生	16	同上
牛 乳	敷地外 3点	1回/3カ月	¹³¹ I	1回/3カ月	¹³¹ I	D.L		pCi/L.生	-	同上
			⁹⁰ Sr	1回/年	⁹⁰ Sr	1.4 ~ 2.4		pCi/L.生	12	
表 土	敷地内 2点 敷地外 3点	1回/年	⁹⁰ Sr		⁹⁰ Sr	3.2 ~ 170		pCi/kg.乾	1200	
			¹³⁷ Cs	1回/年	¹³⁷ Cs	45 ~ 1100		pCi/kg.乾	2300	
			²³⁹ Pu		²³⁹ Pu	D.L ~ 21		pCi/kg.乾	52	
河 川 水	新川 3点 久慈川 1点 上流	1回/6カ月	全β放射能	1回/6カ月	全β放射能	1.3 ~ 5.6		pCi/L	13	
			³ H		³ H	D.L ~ 0.2		pCi/cd	0.4	
河 底 土	新川 3点 久慈川 1点 上流	1回/6カ月	全β放射能	1回/6カ月	全β放射能	12 ~ 21		pCi/g.乾	25	

D.L : 検出限界値未満

(注1) 調査期間は、昭和59年1月1日~昭和59年12月31日

(注2) 調査期間は、昭和52年3月以前(昭和46年以降であるが、試料により開始時期は若干異なる。)

表6-8 1984年海洋環境監視測定結果と事前調査結果の比較

測定対象	採 取		測 定		測 定 値 (注1)				事前調査結果(注2) 平均+3σ	備 考
	採 取 点	頻 度	項 目	頻 度	項 目	最小~最大	特異値	単 位		
海 水	放出口 1点 (排水放出時採取)	1回/3カ月	全β放射能, ³ H ²³⁹ Pu核種分析	1回/3カ月 1回/年	全β放射能 ³ H ²³⁹ Pu	D.L~1.4 D.L~0.1		pCi/ℓ pCi/cd ×10 ⁻³ pCi/ℓ	3.0 0.3 1.8	
	放出口付近 4点 (4点混合試料について測定)	1回/3カ月	全β放射能, ³ H ²³⁹ Pu核種分析	1回/3カ月 1回/年	²³⁹ Pu ⁹⁰ Sr	D.L 0.08~0.11		×10 ⁻³ pCi/ℓ	0.9	
	久慈沖及び磯崎沖 2点	1回/6カ月	全β放射能, ³ H	1回/6カ月	¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh ¹³⁴ Cs ¹³⁷ Cs	D.L D.L 0.1~0.2		pCi/ℓ	0.2 — 0.8	
	北約20km点 1点	1回/年	全β放射能, ³ H 核種分析, ²³⁹ Pu	1回/年	¹⁴⁴ Ce/ ¹⁴⁴ Pr ²³⁹ Pu ⁹⁰ Sr	D.L 4.6~21 D.L~3.6		pCi/ℓ	— 44 15	
海底土	放出口付近 5点 (5点混合試料について測定)	1回/6カ月	核種分析, ²³⁹ Pu	1回/6カ月	¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh ¹³⁴ Cs ¹³⁷ Cs	D.L D.L D.L~26		pCi/kg・乾	120 — 69	
	久慈沖及び磯崎沖 2点	1回/6カ月	核種分析, ²³⁹ Pu	1回/6カ月	¹⁴⁴ Ce/ ¹⁴⁴ Pr	D.L		pCi/kg・乾	430	
	北約20km点 1点	1回/6カ月	核種分析, ²³⁹ Pu	1回/6カ月						
海岸水	動燃海岸 1点 久慈浜海岸 1点 阿字ヶ浦海岸 1点 南北約20km点 各1点	1回/6カ月	全β放射能, ³ H 核種分析, ²³⁹ Pu	1回/6カ月 1回/年	全β放射能 ³ H ²³⁹ Pu ⁹⁰ Sr	D.L~1.6 D.L D.L~1.5 0.08~0.10		pCi/ℓ pCi/cd ×10 ⁻³ pCi/ℓ	3.8 0.3 12 0.6	
					¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh ¹³⁴ Cs ¹³⁷ Cs ¹⁴⁴ Ce/ ¹⁴⁴ Pr	D.L D.L 0.1~0.2 D.L		pCi/ℓ	0.1 — 0.3 0.2	
					r 線 β 線	1.9~5.9 60~113		μR/h cpm	7.5 130	
海岸砂	動燃海岸 1点 久慈浜海岸 1点 阿字ヶ浦海岸 1点 南北約20km点 各1点	1回/3カ月	表面線量	1回/3カ月						
海 産 物	シラス 東海村地先 1点 約10km以遠 1点	1回/3カ月	核種分析	1回/3カ月	⁹⁰ Sr	D.L~0.6		pCi/kg・生	4.4	(欠測) 両海域で 1月~3月 4月~6月
					¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh	D.L		5.2		
	¹³⁴ Cs	D.L		—						
	¹³⁷ Cs	2.5~4.1		1.1						
カレイ または ヒラメ	東海村地先 1点 約10km以遠 1点	1回/3カ月	核種分析	1回/3カ月	¹⁴⁴ Ce/ ¹⁴⁴ Pr	D.L		pCi/kg・生	6.2	(欠測) 両海域で 7月~9月
					⁹⁰ Sr	D.L		2.4		
¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh	D.L		1.9							
¹³⁴ Cs	D.L		—							
貝 類	久慈浜地先 1点 約10km以遠 1点	1回/3カ月	核種分析	1回/3カ月	¹³⁷ Cs	3.2~9.0		pCi/kg・生	15	(欠測) 両海域で 7月~9月
					¹⁴⁴ Ce/ ¹⁴⁴ Pr	D.L		1.5		
⁹⁰ Sr	D.L~0.9		5.3							
¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh	D.L~1.1		7.9							
ワカメ または ヒジキ	久慈浜地先 1点 磯崎地先 1点 約10km以遠 1点	1回/3カ月	核種分析	1回/3カ月	¹³⁷ Cs	D.L~2.6		pCi/kg・生	6.3	(欠測) 磯崎地先、 約10km以遠 で10月~12月
					¹⁴⁴ Ce/ ¹⁴⁴ Pr	D.L		2.7		
⁹⁰ Sr	1.1~2.6		9.5							
¹⁰⁶ Ru/ ¹⁰⁶ Rh	D.L		1.9							
魚 網	東海村地先に於て「せい いかい」曳網の魚網	1回/3カ月	表面線量	1回/3カ月	r 線	5.8~7.3		μR/h	11	
					β 線	6.2~7.5		cpm	120	
船 体	「せいいかい」甲板	1回/3カ月	表面線量	1回/3カ月	r 線	5.9~7.8		μR/h	11	
					β 線	6.5~7.2		cpm	94	

D.L: 検出限界値未満。

(注1) 調査期間は、昭和59年1月1日~昭和59年12月31日

(注2) 調査期間は、昭和52年3月以前(昭和46年以降であるが、試料により開始時期は若干異なる。)

6.3 被ばく評価の比較

セラフィールド再処理施設に起因する被ばく線量の計算方法は、その詳細については、不明であるが、環境中の放射性物質濃度の実測値に基づき行なわれており、実効線量当量等のICRPの新しい勧告が取り入れられている。また、セラフィールド周辺においては、MAFFによりHabit Surveyが継続して実施されており、その結果に基づきBNFLの評価に用いるパラメータについても柔軟に変更する、という特徴を有している。MAFFの消費実態調査の結果については、5章に示した。

一方、東海再処理施設は、自然バックグラウンドと施設寄与を弁別して評価することが困難であることから、各年の放出実績に基づき、被ばく評価モデルにより計算を行なうこととしている。その際に用いるパラメータについては、消費実態、漁業・漁労実態等の調査が関係機関の協力のもとで行なわれ、安全審査、環境放射線モニタリング中央評価専門部会等の場で議論がなされており、これらのパラメータを用いている。消費実態調査については、補足的調査として放射線医学総合研究所に外部依頼の形で継続的に実施している。

BNFL年報に記載のあった海産生物の摂取量、年間被ばく時間、牛乳の摂取量について、東海再処理施設とセラフィールド再処理施設のパラメータの比較を表6-9、表6-10、表6-11に記載する。

表6-9 被ばく評価に用いる海産生物の摂取量

海産生物の種類		東海再処理施設の評価に用いている摂取量 (g/d)	セラフィールドの評価に用いている摂取量 (g/d)
稚魚 (シラス)		50	—
成魚		120	100
海ソウ	カッソウ	38	—
	紅ソウ	2	—
貝類		10	45 注) (軟体類)
頭足類 (タコ, イカ)		30	
甲殻類 (エビ, カニ)		10	18

注) 1981年改訂の値。

表6-10 被ばく評価に用いる年間被ばく時間

対象		東海再処理施設の評価に用いている被ばく時間 (h)	セラフィールドの評価に用いている被ばく時間 (h)
海岸砂	r	500	650 注)
	β	500	
漁網	r	1000	—
	β	2000	
船体	r	3000	—
	β	3000	

注) ホワイトヘブン港のシルト上の実効被ばく時間。1982年改訂の値。

表6-11 被ばく評価に用いる牛乳の摂取量

対象	東海再処理施設の評価に用いている牛乳の摂取量 (ml/d)	セラフィールドの評価に用いている牛乳の摂取量 (ml/d)
成人	200	—
幼児	500	—
乳児	600	700 (1才児)

7. おわりに

本報告書では、英国セラフィールド再処理施設周辺における環境モニタリングの現状として、BNFL及びMAFFの最新の報告書からその概要を記載し、また東海再処理施設との比較を行なった。再処理施設周辺の環境モニタリングの実施にあたり、我が国の法規制、安全審査の経緯等を考慮することはもちろんであるが、諸外国の現状を把握することも重要なことである。今後とも継続して、諸外国の情報の収集と現状の把握に努めたい。

参 考 文 献

- 1) BNFL, Health and Safety Directorate ; Annual Report on Radioactive Discharges and Monitoring of the Environment 1977 ~ 1984
- 2) Ministry of Agriculture, Fisheries and food, Directorate of Fisheries Research ; Radioactivity in Surface and Coastal Waters of the British Isles, 1982 ; Aquatic Environment Monitoring Report No.11 ; LOWESTOFT 1984
- 3) IAEA ; Behaviour of Radionuclides Released into Coastal Waters ; IAEA-TECDOC-329 ; February, 1985
- 4) Department of the Environment, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food ; Monitoring of Beach Contamination Following an Incident at BNFL, Sellafield, Cumbria in November 1983 : Results to July 1984 ; 1985