

【公表版】

ウラン残土堆積場周辺環境放射能調査のあゆみ

(令和2年3月)

鳥 取 県

《目次》

	ページ
まえがき	1
1 ウラン残土問題の経緯と鳥取県放射能調査専門家会議のあゆみ	2
1-1 鳥取県放射能調査専門家会議設置要綱	3
1-2 鳥取県放射能調査専門家会議委員等名簿	4
2 捨石堆積場の概要と調査地点	5
3 測定方法と結果	8
3-1 方法	8
（1）調査地点・項目（河川水、土壌、生物室（農作物等）のウラン、ラジウム等）	8
（2）試料採取方法（ウラン、ラジウム、その他核種）	10
（3）測定・分析方法	10
（4）周辺環境中のラドン測定について	11
3-2 測定結果等	13
（1）堆積場周辺地域の環境（水、土壌、農作物等）中の放射性物質濃度の把握	13
（2）ラドン濃度測定結果	16
4 評価方法等	17
4-1 捨石堆積場周辺の空間線量率のバックグラウンドに係る評価値及び 管理目標値の設定と空間線量率測定	17
（1）堆積場周辺の空間線量率のバックグラウンドに係る評価値及び 管理目標値の設定	17
（2）堆積場周辺の空間線量率測定結果	18
4-2 堆積場周辺の住民への健康影響の評価	19
（1）経口摂取される放射性物質（核種）量の算定	19
（2）経口摂取による内部被ばくの実効線量当量の算定による健康影響評価	19
5 評価結果の推移	22

付録 関係データ等

- (1) 堆積場周辺地域の環境（水、土壌、農作物等）中の放射性物質濃度測定データ等
 - ア 初期の頃の調査結果と当時の文献や既往データとの比較総括 26
 - イ 初期（昭和 63 年度）の測定調査データ（ウラン、ラジウム、 γ 核種） 27~28
 - ウ 収集・整理した文献や既往データ 29~36
 - エ 放射性物質濃度推移データ（これまでの放射性物質濃度の推移） 37~58
- (2) ラドン濃度測定データ等
 - ア 水中のラドン濃度データ
 - ① 測定データ 59
 - ② 文献データ 60~62
 - イ 大気中のラドン濃度データ 63~65
- (3) 堆積場周辺の空間線量率のバックグラウンド値の算定に係るデータ
 - ア バックグラウンド値の算出方法及び結果一覧 66~67
 - イ 堆積場毎のバックグラウンド値の算定方法及び結果 68~94
- (4) 堆積場周辺の空間線量率測定データ
 - ア 旧倉吉鉱山の堆積場の空間線量率測定点 95
 - イ 空間線量率測定結果 96~102
- (5) 堆積場周辺の住民への健康影響の評価に関するデータ
 - ア 経口摂取による内部被ばくの実効線量当量の算定結果 103

まえがき

鳥取県は、昭和63年8月の動力炉・核燃料開発事業団（当時。以下「動燃」という。）人形峠事業所に係るウラン残土捨石堆積場の問題化を契機に、関連分野の学識経験者で構成する「鳥取県放射能調査専門家会議」を設置し、委員の皆様のお助言等を受けながら四半世紀以上にわたって鳥取県内のウラン鉱山（東郷鉱山、人形峠鉱山、旧倉吉鉱山）の残土捨石堆積場周辺の環境放射能調査を継続実施してきました。

ウラン残土捨石堆積場が問題化した直後、中国・四国鉱山保安監督部（当時の通産省）は、動燃人形峠事業所に捨石堆積場の総点検を指示し、その結果を基に人の健康又は生活環境に悪影響を及ぼすおそれはないものと考えられるとの見解を発表しました。一方、市民グループは独自に調査を行い、方面地区の水稻から放射性物質が検出されたと発表。これに対して県は人体に影響する数字ではないという見解を示し、動燃は精米を1日300gずつ1年間食べる場合を想定しても問題ないとの見解を示したところ、市民グループは、県及び動燃の見解は過小評価であると批判し、徹底した調査を求めました。

動燃・県と市民グループとの間で発表データに対する見解が異なること、県では、周辺地域における環境中の放射性物質の測定データが収集・整理されていなかったことから、県民の間に健康や農作物への影響について懸念の声が上がり、これを受けて県として独自に調査等を始めました。

県は、速やかに堆積場周辺地域の環境（水、土壌等）や農作物の放射能濃度を調査測定するとともに、文献その他既往情報による周辺地域や国内外の測定データ・情報も収集・整理して測定値と比較し、測定の精度も踏まえた上で、測定値を評価・公表しました。

さらに、堆積場周辺住民への健康影響として、周辺で収穫される農作物を食べることによる内部被ばく線量を算定・評価して公表しました。その結果、安全側に立って内部被ばく線量が大きな値となる方法で評価しても安全であることが示され、周辺住民の不安解消に繋がったものと考えています。

その後、今日まで調査を継続実施し、周辺地域の放射線量率、水・土壌・農作物等の放射能濃度・変動幅などが明らかになりました。

このたび、これまでの測定データや評価等の記録を「報告書」として取りまとめました。この報告書が、堆積場周辺住民や県民の皆様にとって、ウラン残土堆積場問題及び環境放射能に対する理解の一助となることを期待するものであります。

令和2年3月

鳥取県生活環境部長 酒嶋 優

1 ウラン残土問題の経緯と鳥取県放射能調査専門家会議のあゆみ

動力炉・核燃料開発事業団（当時、以下「動燃」という）人形峠事業所に係る捨石堆積場について、昭和63年（1988年）8月15日付けの山陽新聞（岡山県、広島県東部地域、香川県の一部地域を配達エリアとする新聞社）に「岡山県上斎原村中津河大切捨石堆積場内において最大5.3 μ Gy/hの放射線が検出され、しかも人が自由に立ち入りできる状態である」と報道された。

その後の調査で、鳥取県側にも同様な堆積場が15箇所あることが確認され、これらの捨石堆積場について、日本社会党（当時）鳥取県本部が岡山県本部と合同調査で現地調査し、昭和63年8月20日鳥取県知事に対して「動燃の放射性廃棄物の放置問題について安全策の確立と住民の健康対策実施」の申し入れを行った（昭和63年8月20日）。

捨石堆積場等鉱山の監督官庁である通産省中国・四国鉱山保安監督部（当時）は、昭和63年8月30日付けで動燃人形峠事業所に対して堆積場の総点検を指示し、昭和63年10月14日、動燃の総点検結果について、「今回の総点検結果から見ると、人の健康又は生活環境に悪影響を及ぼすおそれはないものと考えられる」と発表した。

しかし、昭和63年10月20日、県内の市民グループ5団体は、独自で行った調査の分析結果や見解等を示し、県に対して申し入れを行った。

- ◇ 方面地区の稲についてはウラン採鉱との因果関係を立証できる放射性物質の鉛、ビスマス、アクチニウムを有意に検出した。
- ◇ 動燃が実施した堆積場の空間ガンマ線量の測定だけでなく、県独自に上記各鉱山のウラン廃棄物が周辺の環境、農作物、各河川や東郷池の魚介類、住民の健康等に及ぼしている放射能汚染の影響を総合的に調査すること。

市民グループの動きに対し、動燃は昭和63年10月21日、見解を発表した。

- ◇ ウラン鉱山の鉱石は鉱山保安法によって管理されており、田畑へ流出したという事実はなく環境モニタリングの結果からも、十分に安全が保たれてきていることを確認しています。
- ◇ 仮に発表された数値が正しいとして、鉛214、ビスマス214およびアクチニウム228濃度が0.026pCi/g、0.021pCi/gおよび0.209pCi/gの精米を1日300gずつ1年間食べる場合を想定しても、被ばく線量は年間約0.065ミリム（＝0.00065シーベルト）以下であり、食品に含まれる天然放射性核種（主にカリウム40）により、日本人が1年間に受ける被ばく線量20ミリム（＝0.20シーベルト）の約300分の1にすぎず、問題はありません。

一方、鳥取県では、同日に開催された鳥取県議会民生常任委員会（当時）の会議録によれば、議員からの「昨日、稲に放射性物質が蓄積していたと聞いたが、影響はあるのか。」との質問に対し、鳥取県（衛生環境部長）は、以下のとおり回答している。

- ◇ 人体に影響する数字ではない。
- ◇ 放射性物質の測定について、今回稲とナシについて方面地区が汚染されていると反対の団体が言っているが、（この団体が）汚染されていると考えられる地域と全く関係のないところの農作物と2つを採取して検査した。その中で、放射性の鉛等が稲の方に検出されたということで、これが残土による影響だと断定しているが、量については、健康という観点から見た場合には全く心配ないという状況である。

これに対して市民グループ側は、被ばく線量推定は親核種のラジウム放射能を無視した過小評価と主張した。県や動燃と市民グループとの見解の相違から、県民の間に健康への影響や農作物（米、梨等）への影響について懸念の声があがった。

そこで、鳥取県は、県が実施する環境放射能調査に関して指導、助言、評価を受けるため、学識経験者で組織する「鳥取県放射能調査専門家会議」を平成元年1月27日に設置。専門家会議から助言を受けながら、堆積場周辺の水（河川水、飲料水等）、土壌及び農作物等に含まれるウラン・ラジウム等関連する放射性物質の濃度の調査を行うとともに、既往調査資料や文献資料の情報等を基に、周辺地域における自然環境中の放射線量率や水、土壌及び植物等に含まれるウラン・ラジウム等の放射性物質濃度の実態を把握し、人体への影響等について評価を行った。また、環境放射線・放射能に対する県民の正しい知識及び理解を図ることが重要であることから、この評価結果を公表することとした。

これ以来、地域の住民の方々や県民の安心・安全に資するため、約30年間にわたって捨石堆積場周辺の空間放射線量率や大気中ラドン濃度及び河川水・土壌・農作物等に含まれるウラン・ラジウム等関係放射性物質濃度の測定を継続して実施し、毎年結果を評価・公表している。

1-1 鳥取県放射能調査専門家会議設置要綱（平成23年10月11日時点）

（会議の名称）

第1条 本会議は、鳥取県放射能調査専門家会議（以下「専門家会議」という。）と称する。

（会議の目的）

第2条 専門家会議は、日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター（以下「センター」という。）に係る核原料物質鉱山たい積場（以下「たい積場」という。）及び周辺地域の環境放射能等について鳥取県及びセンターが実施する調査測定に関して県に対する指導、助言等を行うことを目的とする。

（所掌事務）

第3条 専門家会議は、前条の目的を達成するため、次の事項を所掌する。

- （1）放射能調査計画の助言に関すること。
- （2）測定方法の指導、助言に関すること。
- （3）測定結果の評価に関すること。
- （4）その他調査、測定に係る技術的事項等の指導、助言に関すること。

（構成）

第4条 専門家会議は、別記の者をもって構成する。

（意見の聴取）

第5条 専門家会議は、必要に応じ、関係部局機関及びセンターの意見を聞くことができる。

（運営の基準）

第6条 専門家会議は、第3条に定める事項の審議に当たっては、法令に定められた基準のほか、県、関係市町、日本原子力研究開発機構が締結しているたい積場周辺環境保全に関する協定に定める管理目標値を尊重するものとする。

（議長及び事務局）

第7条 専門家会議に議長を置く。

- 2 議長は、委員の互選により決定する。
- 3 議長は、専門家会議を召集し、かつ議事の運営を掌どる。
- 4 専門家会議の事務局は、鳥取県生活環境部水・大気環境課内に置く。

（会議の開催）

第8条 専門家会議は、議長が必要と認めるときは、その都度会議を開催することができる。

（その他）

第9条 この要綱に定めるもののほか、会議の運営に関して必要な事項は、議長が専門家会議にはかつて定める。

附 則

この要綱は、平成元年7月19日から施行する。

附 則

この要綱は、平成11年3月15日から施行する。

附 則

この要綱は、平成18年2月13日から施行する。

附 則

この要綱は、平成18年5月2日から施行する。

附 則

この要綱は、平成21年4月1日から施行する。

附 則

この要綱は、平成22年3月23日から施行する。

附 則

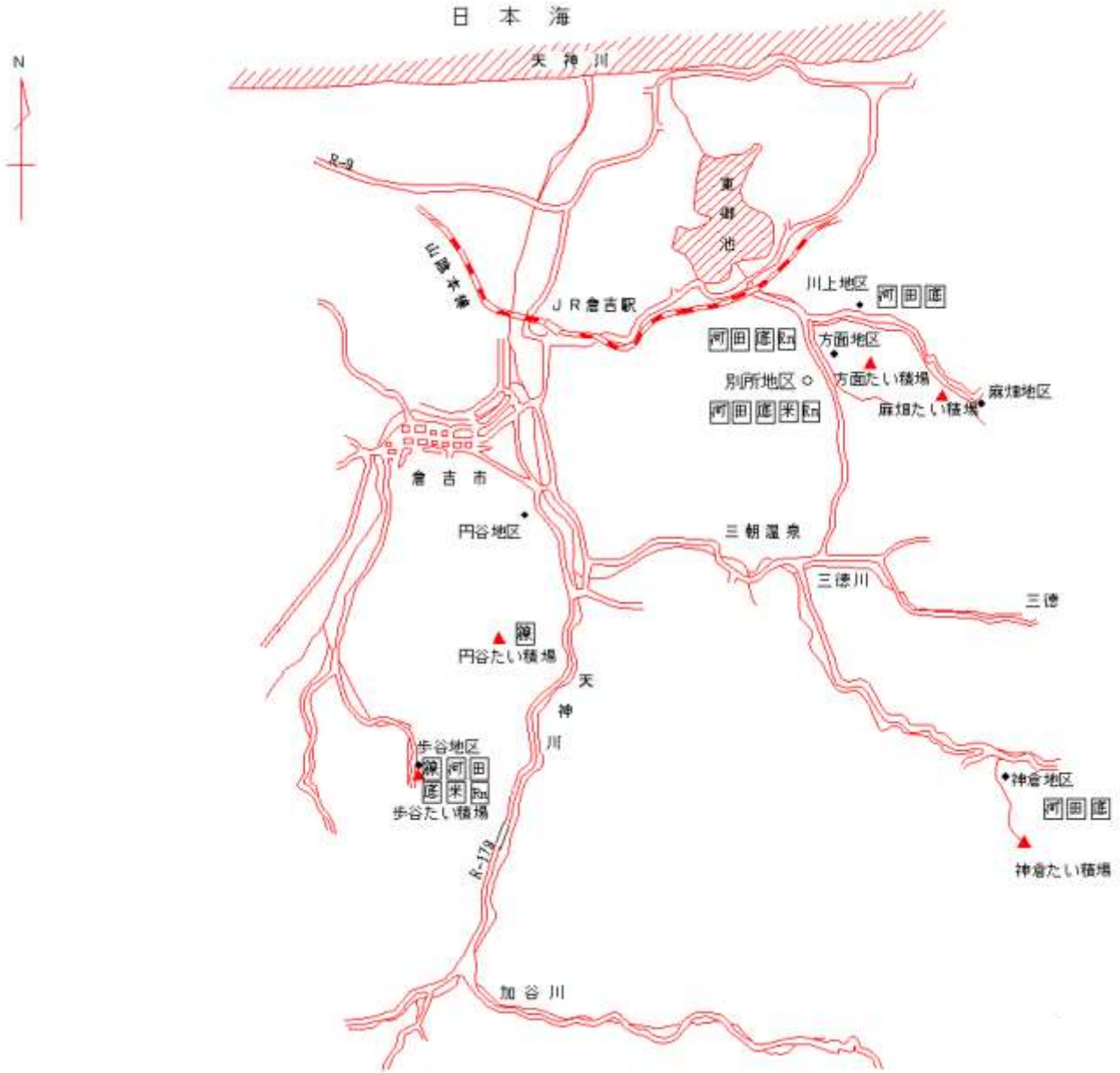
この要綱は、平成23年10月11日から施行する。

1-2 鳥取県放射能調査専門家会議委員等名簿（～令和2年1月31日時点）

氏 名	委 嘱 期 間	専 門 分 野
阿部 史朗	平成元年1月27日～ 平成30年3月4日	環境衛生学
市川 龍資	平成元年1月27日～ 平成21年3月31日	放射線衛生学
岩島 清	平成元年1月27日～ 平成25年10月7日	放射線衛生学
山内 益夫	平成元年1月27日～ 平成元年7月18日	植物栄養学
御舩 政明	平成元年1月27日～ 平成23年10月11日	放射線生態学
飯村 康二	平成元年7月19日～ 平成6年2月20日	土壌学
藤山 英保	平成6年2月21日～	生物環境化学
飯本 武志	平成21年4月1日～	放射線安全学
北 実	平成27年10月1日～	放射線安全管理学
三觜 文雄	平成元年1月27日～ 平成2年7月19日	鳥取県衛生環境部長
小竹 久平	平成2年7月20日～ 平成5年7月15日	鳥取県衛生環境部長
瀧田 親友朗	平成5年7月16日～ 平成9年3月31日	鳥取県衛生環境部長 生活環境部長(平成6年4月1日～)
山田 次彦	平成9年4月1日～ 平成11年3月14日	鳥取県生活環境部長

2 捨石堆積場の概要と調査地点

「捨石堆積場に係る環境監視地点」として、捨石堆積場・調査地区・調査項目・位置関係を図2-1に示す。また、鳥取県側に所在する捨石堆積場の位置を図2-2に、各捨石堆積場の面積や堆積量等の情報を表2-1に示す。さらに、調査地区の設定の位置付け、理由等を表2-2に示す。



凡 例	
線	空間γ線線量率、河
田	河川水、田
底	水田土、底
米	河底土、米
Rn	精米、Rn
●	大気ラドン
▲	試料採取地区、▲
	捨石堆積場

図2-1 捨石堆積場に係る環境監視地点

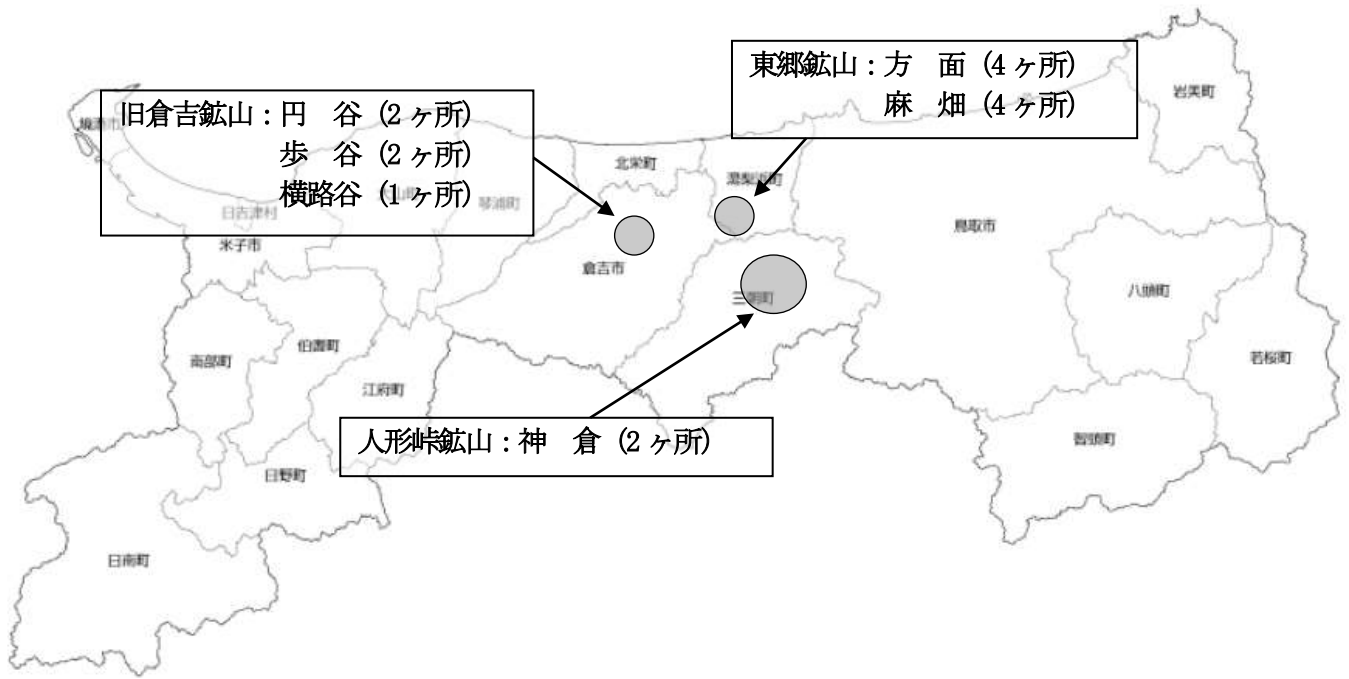


図 2-2 捨石堆積場の位置 (鳥取県)

表 2-1 捨石堆積場の概要

鉱山	地区	堆積場名	鉱業活動 (昭和年度)	面積 (m ²)	堆積量 (m ³)	標高 (m)	備考
人形峠 鉱山	神倉	神倉 1号坑捨石堆積場	35~37	8,450	36,700	680	丹戸地区から約 2.5 km
		神倉 2号坑捨石堆積場	36~41	7,670	35,000	670	
東郷 鉱山	方面	方面 1号捨石堆積場	33~34	2,200	6,300	250	方面貯鉱場跡も 含む 方面地区から約 2 km
		方面 2号坑捨石堆積場	33~36	3,250	7,500	250	
		方面下 2号捨石堆積場	35~36	570	1,700	250	
		方面 3号捨石堆積場	34	270	500	250	
	麻畑	麻畑 1号坑捨石堆積場	34~37	2,300	13,000	240	麻畑地区から約 1 km
		麻畑 2号坑捨石堆積場	34~37	3,100	18,000	230	
		麻畑 2号坑捨石堆積場 (B)	34~37	250	400	250	
麻畑 3号捨石堆積場		34~37	1,100	2,200	240		
旧倉吉 鉱山	円谷	円谷 1号捨石堆積場	31~33	450	2,100	330	円谷地区から約 4 km
		円谷 2号坑ずり捨場	33~34	2,800	9,000	320	
	歩谷	歩谷坑ずり捨場	31~33	1,700	9,000	240	菅原地区民家か ら 10~30 m
		歩谷捨石堆積場 (B)	31~33	330	1,700	250	
	横路谷	横路谷坑捨石堆積場	31~32	250	1,600	300	菅原地区民家か ら 450 m

表 2-2 本調査における調査地区(場所)の設定の位置付け・理由等

調査地区	設定の位置付け、理由等	測定項目	備考
方面	<p>○東郷鉾山方面堆積場の下流地区（方面川水系）。</p> <p>○方面1号坑及び2号坑堆積場にはウラン鉾帯に係る推計約3000 m³の堆積物が含まれ、堆積場の放射線量率が高かった。</p> <p>・このウラン鉾帯に係る堆積残土については、鳥取県、地元市町（東郷町）、動燃の間で平成2年7月18日に締結された「東郷鉾山捨石堆積場周辺環境保全に関する協定」とは別に、方面地区自治会長と動燃人形峠事業所長（当時）との間で全量撤去の協定が締結された（平成2年8月31日締結）。その後裁判等を経て、平成18年11月に撤去完了し、平成23年6月30日に全量レンガ化の上、搬出されたことが確認された。</p>	屋外大気（ラドン）	地区内の民家
		河川水	地区内の地点
		河底土	
		水田土	地区内の水田 当該水田で栽培された米
精米			
川上	<p>○東郷鉾山麻畑堆積場（方面堆積場と山続き）の下流地区（川上川水系）。</p>	河川水	地区内の地点
		河底土	
		水田土	地区内の水田
神倉	<p>○人形峠鉾山神倉堆積場の下流地区（神倉川水系）。</p>	河川水	地区内の地点
		河底土	
		水田土	地区内の水田
		精米	当該水田で栽培された米
歩谷	<p>○旧倉吉鉾山歩谷堆積場に近い岩倉川水系の地区（菅原地区）。</p> <p>堆積場直近に民家が所在していた。</p>	屋外大気（ラドン）	①堆積場直近の民家 ②堆積場と川を挟んで対岸の民家 ③堆積場の上流谷奥の民家
		河川水	堆積場直近民家の前
		河底土	
		水田土	①堆積場の水系外 ②堆積場の水を受けた水系内下流 ③堆積場の水を受けた水系内の堆積場近接地
		精米	
空間線量率	歩谷坑ずり捨場 歩谷捨石堆積場(B)		
円谷	<p>○円谷1号坑捨石堆積場</p>	空間線量率	円谷1号坑捨石堆積場
別所	<p>○堆積場のある方面地区と地質が類似しており（人形峠周辺と同じ型の花崗岩が基盤）、地形も方面と同じような形状で、同地区内で鉾石等の試掘、採掘の事実がなく、且つ上流に堆積場が無い水系内の地区。</p> <p>○この調査の中で「対照区」という位置付け。</p>	屋外大気（ラドン）	地区内の民家
		河川水	地区内の地点
		河底土	
		水田土	地区内の水田
精米	当該水田で栽培された米		

3 測定方法と結果

3-1 方法

(1) 調査地点・項目（河川水、土壌、生物質（農作物等）のウラン・ラジウム等）

周辺地域の環境の現状を把握する目的で、専門家会議の指導、助言も受けながら、調査地点・項目を決めた。

特に調査の初期段階では、周辺地域の環境の安全性や食物（周辺地域で採れる農作物等）の安全性（健康影響）の検討・評価のため、表 2-2 の調査地区における河川水、土壌（水田土、河底土）や農作物等（白菜、梨、精米、玄米、モミ米）中のウラン濃度、ラジウム濃度、及びこれらの娘核種のうちのγ線放出核種の濃度を測定した。なお、γ線放出核種については、周辺地域で採れる農作物による健康影響評価（経口摂取による内部被ばく量算定）を行う目的で、初年度（昭和 63 年度）のみ実施している。

農作物等のうち、白菜や梨については測定結果に問題がみられず（検出下限値前後の低い値で推移）、毎日食べるものでもないことから、専門家会議の議論を経て平成 2 年度で測定を終了する一方で、米は主食であることと水田土壌の一部に他よりも高濃度の場所があったことから、精米の調査を継続することとした。こうして、周辺地域の河川水、土壌（水田土、河底土）及び精米中のウラン、ラジウム分析を、調査地区内に調査定点を設けて継続実施してきた。なお、精米は、定点の水田で作付されなくなり、平成 23 年度より休止している。

また、河川水のラドン濃度測定を昭和 63 年度から平成 2 年度まで実施し、大気中のラドン濃度測定を平成 3 年度から平成 23 年度まで実施した。以上、調査地区毎の調査の実施状況（調査対象、項目、年度）を表 3-1 に示す。

表 3-1 調査地区毎の調査対象・項目

調査対象	調査項目	調査地区					
		方面 (方面川水系)	川上 (川上川水系)	神倉 (神倉川水系)	歩谷 (岩倉川水系)	別所 (別所川水系)	
大気（屋外）	ラドン	□	—	—	□（3 地点）	□	
河川水	γ核種	☆	—	—	—	—	
	ウラン	◎	◎	◎	◎	◎	
	ラジウム	◎	◎	◎	◎	◎	
	ラドン	△	△	△	△	△	
土壌（水田土）	γ核種	☆	☆	☆	☆	☆	
	ウラン	◎	○	○	2 地点(H2~16) 1 地点(H1~22、 H23 から休止)	○	
	ラジウム	◎	○	○	2 地点(H2~16) 1 地点(H1~22、 H23 から休止)	○	
土壌（河底土）	ウラン	○	○	○	○	○	
	ラジウム	○	○	○	○	○	
飲料水	ウラン	—	—	—	▲	—	
	ラジウム	—	—	—	▲	—	
生物質 (農作物等)	梨	γ核種	☆	—	☆	☆	☆
		ウラン	△	▲	▲	▲	▲
		ラジウム	△	▲	▲	▲	▲
	精米	γ核種	☆	☆	☆	☆	☆
		ウラン	△	▲	▲	2 地点(H2~16) 1 地点(H1~22、 H23 から休止)	S63~H22
		ラジウム	△	▲	▲	2 地点(H2~16) 1 地点(H1~22、 H23 から休止)	S63~H22
	玄米	γ核種	☆	—	—	—	—
	モミ米	γ核種	☆	—	—	—	—
	白菜	γ核種	☆	—	—	—	—

調査対象		調査項目	調査地区				
			方面 (方面川水系)	川上 (川上川水系)	神倉 (神倉川水系)	歩谷 (岩倉川水系)	別所 (別所川水系)
作物等 生物質 (農)	白菜	γ核種	☆	—	—	—	—
		ウラン	△	▲	▲	▲	▲
		ラジウム	△	▲	▲	▲	▲

【備考】 γ核種：Ge 半導体検出器によるγ線スペクトロメトリで測定（ウラン、ラジウムの娘核種等）

ウラン：ウラン分析（Si 半導体検出器によるα線スペクトロメトリ）

ラジウム：放射化学分析によるラジウム分析（LSCによるα線計測）

☆：昭和63年度のみ実施、◎：昭和63年度から現在まで継続実施、○：平成元年度又は2年度から現在まで継続実施、

△：昭和63年度から平成2年度まで実施、

▲：平成元年度から2年度まで実施、□：平成3年度から23年まで度実施

(2) 試料採取方法 (ウラン・ラジウム、その他核種)

河川水、河底土、水田土、精米等 (生物質試料) の採取は、科学技術庁 (現文部科学省) 放射能測定法シリーズ 16「環境試料採取法」(昭和 58 年) に準じて行った。

(3) 測定・分析方法

ラドン以外の測定・分析は以下のとおり (財) 日本分析センターに委託して実施した。

ア 試料調製

(ア) 河川水

容器に採水した直後に現地で水 1 L 当たり塩酸 5 mL を添加した「搬入試料」について分析した。

- ① γ 線スペクトロメトリーによる核種分析: 「科学技術庁放射能測定法シリーズ 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)」に準じて調整した試料を測定試料とした。
- ② ウラン、ラジウム分析: 搬入試料 (現地で塩酸添加) をそのまま分析試料とした。

(イ) 土壌 (水田土、河底土)

科学技術庁放射能測定法シリーズ 16「環境試料採取法」(昭和 58 年) に準じて行った。

- ① 搬入試料をバットに広げ、植物根や石礫等を取り除いた後、105 °C に調整した熱風乾燥器中で乾燥。その後試料の土塊を磁製乳鉢で粉碎して 2 mm のふるいを通し、よく混合したものを「乾燥細土」として分析試料とした。
- ② ①をさらにトップグラインダーで粉碎してよく混合したものを γ 線スペクトロメトリーによる核種分析の分析試料とした。

(ウ) 生物試料 (モミ米、白菜、梨、玄米及び精米)

科学技術庁放射能測定法シリーズ 16「環境試料採取法」(昭和 58 年) に準じて行った。

- ① モミ米、白菜: 搬入試料を磁性皿に入れ、105 °C に調整した熱風乾燥器中で乾燥した後、電気炉に移して 450 °C で灰化し、0.35 mm のふるいを通してよく混合したものを分析試料とした。
- ② 梨: 芯を取り除いた後磁性皿に入れ、105 °C の熱風乾燥器中で乾燥した後、電気炉に移して 450 °C で灰化し、0.35 mm のふるいを通し、よく混合したものを分析試料とした。
- ③ 玄米及び精米: 搬入試料を磁性皿に入れて電気炉で 450 °C で灰化して 0.35 mm のふるいを通し、よく混合したものを分析試料とした。

イ ゲルマニウム半導体検出器を用いた γ 線スペクトロメトリー分析 (γ 線放出核種分析)

河川水についてはア (ア) -①の濃縮試料を、土壌についてはア (イ) -②の乾燥・微粉碎試料を、生物試料 (米、梨、白菜など) についてはア (ウ) の灰化試料を、それぞれ「測定試料」として U-8 容器に入れて、ゲルマニウム半導体検出器により γ 線放出核種濃度を測定した。

ウ ウラン分析

文部科学省放射能測定法シリーズ 14「ウラン分析法 (平成 14 年改訂)」に準じて実施。河川水は搬入した塩酸添加試料 2 L を、土壌 (水田土、河底土) は分析試料 (乾燥細土) 10 g (又は 5 g) を、生物試料 (米、梨、白菜など) は生試料 1 kg 相当の分析試料 (灰) をそれぞれ供し、前処理を行って「測定試料」を調整。

<ウラン測定方法>

- ① シリコン半導体検出器を用い、測定試料の α 線を原則として 80000 秒間以上測定。
- ② ^{234}U 、 ^{235}U 、及び ^{238}U の正味計数率を求め、回収率補正用トレーサーの計数率との比較、分析に供した試料量等から試料中の放射能濃度を算出。

エ ラジウム分析

文部科学省放射能測定シリーズ 19「ラジウム分析法 (平成 2 年)」に準じて実施。河川水は搬入した塩酸添加試料 2 L を、土壌 (水田土、河底土) は分析試料 (乾燥細土) 1 g を、生物試料 (米、梨、白菜など) は分析試料 (灰) 1 g をそれぞれ供し、前処理を行って「測定試料」を調整。

<ラジウム測定方法>

- ① 低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタ (LSC) で 50 分間測定 (α 線の計測) を 1 回実施。
- ② ①の測定結果よりバックグラウンド値を差し引いて正味計数率を求めた後、分析供試量、化学回収率、試薬ブランク等から ^{226}Ra 放射能濃度を算出。

(4) 周辺環境中のラドン濃度測定について

ア 水中のラドン濃度測定（旧ウラン鉱山坑内水、坑口水及び周辺の河川水等）

調査開始時点では、大気中のラドン濃度測定方法が確立していなかったため、まずは、旧ウラン鉱山の坑内水やその排水（坑口水）及び周辺の河川水（旧鉱山坑内水の流入や堆積場の存在状況を踏まえて選定した 26 地点、図 4-2-1 中の△印の番号）について、水中のラドン濃度測定を以下のとおり実施した。

(ア) 河川水 1 L を採取し、トルエンシンチレーター 25 mL を加えて抽出。

(イ) (ア) の後静置して水と分離させ、3 時間 10 分放置して放射平衡とさせる。

(ウ) (イ) のトルエン層をバイアル瓶に取って液体シンチレーションカウンターで測定して計算し、水中のラドン濃度を算出した。

イ 大気中のラドン濃度の測定地点と測定方法の決定

(ア) 測定方法の決定

ラドンは地質中に含まれるラジウムの壊変により生成する気体の放射性物質（核種）で、それが地表面より大気中に散逸することにより環境中に自然に放出されている。大気中ラドン濃度は時間変動が大きくスポット的な変動も予想されることから、2～3 か月程度設置し、当該期間の平均濃度（当該期間中の濃度積分値の当該期間の時間平均値）を得ることとした。当時一般環境大気濃度レベルまで精度良く測定できる大気中のラドン濃度の測定方法がオーソライズされていなかった。そこで、国内各地の大気中ラドン濃度測定に用いた方法（阿部史朗、阿部道子、飯田孝夫他、1988）である「静電捕集積分型測定法」を用いて、測定することとした。

この方法（静電捕集積分型）では、外気を強制的に吸引して測定するのではなく、取入口からの自然換気によって測定容器内に外気が入ってくるような条件で測定するため、「パッシブ、Passive（受動的）」な方法とされる。測定容器内に入ったラドン ^{222}Rn （気体）が壊変して生成する娘核種 RaA (^{218}Po) 等や α 線が検出器に当たって形成される“エッチピット”を計数し、計数値 (tracks/cm²) を校正定数で換算して設置期間中の平均ラドン濃度 (Bq/m³) を算出する。

なお、この「静電捕集積分型」では、 RaA (^{218}Po) 等の 80% 以上が生成時に正に帯電していることを利用して、検出器の設置場所を負の電位とする静電場を与えて検出器に RaA (^{218}Po) 等が集まりやすくして感度と精度を上げている。また、取入口にメンブランフィルタを設置して、大気中のラドン ^{222}Rn （気体）のみが測定容器内に入るよう（⇒大気中のラドンの娘核種で粒子状の RaA (^{218}Po) 等が入らないように）している。

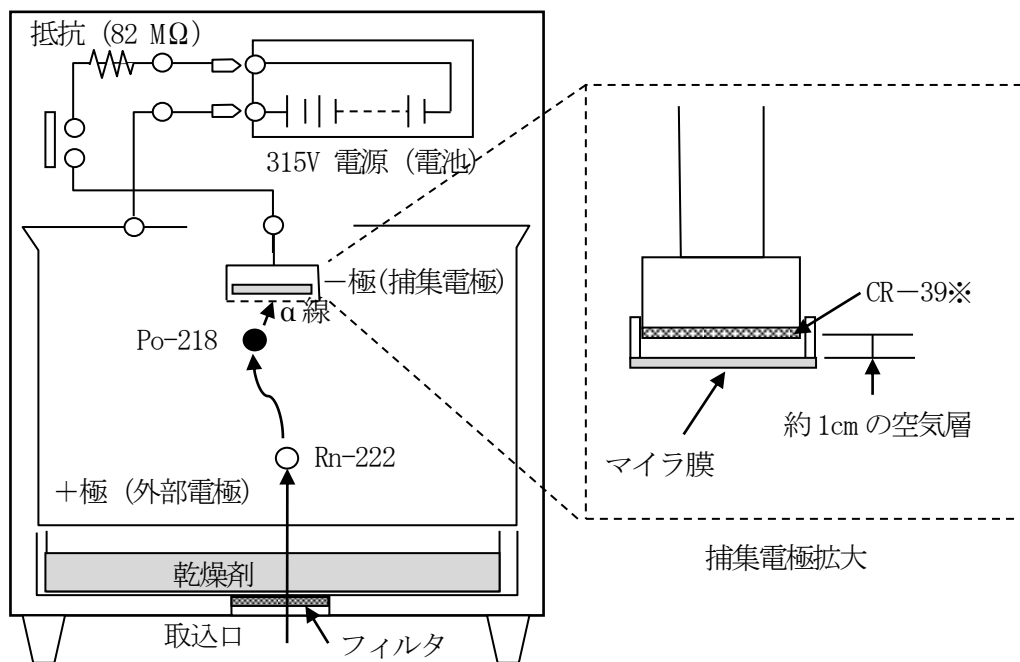
以上の方法による測定器を平成 3 年度に導入し、平成 23 年度までの 20 年間にわたりこの測定を継続実施してきた。

実際に測定器として、「静電捕集型積算ラドンモニタ（アロカ社、GS-201B、特注品）」を使用した。

(イ) 使用した「静電捕集型積算ラドンモニタ（アロカ社、GS-201B）」と測定方法（図 3-1 参照）

使用したラドンモニタは、長期間における環境中のラドン濃度の積分値を測定するための静電捕集型モニタであり、大気中のラドンをモニタ内に取込み、ラドンの娘核種である RaA (^{218}Po) 及びその娘核種からの放射線（ α 線）が固体飛跡検出器（CR-39[®]）に当たって付いた傷の数を計測することにより、ラドン濃度を以下のとおり求めた。（検出下限値：約 1.2 Bq/m³（2 ヶ月間設置の場合））

- ① 環境中のラドンを底部にある取込み口からフィルタを通してモニタ内に浸入させる（大気中にもともと存在するラドン娘核種（粒子状）を取り除くため）。
- ② ラドンの娘核種である RaA (^{218}Po) の 80% 以上が生成時に正に帯電していることを利用し、 RaA (^{218}Po) を負電極（捕集電極）に捕集する。
- ③ 捕集電極にはアルミを蒸着したマイラ膜を貼り付けてあり、これと約 1 cm の空気層によって RaA (^{218}Po) 及びその娘核種からの放射線（ α 線）を 4 MeV 程度に減速する。この α 線により CR-39 に傷が付けられる。
- ④ 一定期間設置した後に CR-39 を取り出してエッチング処理（腐食液により傷口を数 μ に広げる処理）を行い、傷の数を計数する。設置期間と傷の数から、期間中の平均ラドン濃度を求めた。



※CR-39：アリル・ジグリコール・カーボネートモノマーを重合・成形した固体飛跡検出器用のこと。無色透明のプラスチック板である。(製品名バリオトラック)

図3-1 ラドンモニタの測定原理図

3-2 測定結果等

(1) 堆積場周辺地域の環境（水、土壌、農作物等）中の放射性物質濃度の把握

ア 初期の調査結果

調査初回（平成元年2月実施）には、堆積場周辺の河川水、土壌（河底土、水田土）、農作物等（梨、精米等）中のウラン（ウラン-234、ウラン-235、ウラン-238）、ラジウム（ラジウム-226）濃度を測定するとともに、これらの娘核種（ γ 線放出核種）濃度を測定した。また、河川水等の水中ラドン濃度測定も行った。

調査対象、調査項目、調査地区を表3-2及び図3-2-1に示す。測定結果について、ウラン、ラジウムの測定結果を表3-2-1に、これらの娘核種（ γ 線放出核種）の測定結果を表3-2-2に示す。このうちの生物質（農作物等）の測定結果を用いて、これら農作物等の摂取（経口摂取）による内部被ばく量を算定し、算定結果を表4-2に示す。

表3-2 初期の調査（平成元年1月～3月実施）時の調査項目等

調査対象	調査項目	調査地区					
		方面 (方面川水系)	川上 (川上川水系)	神倉 (神倉川水系)	歩谷 (岩倉川水系)	別所 (別所川水系)	
河川水	γ 核種	○					
	ウラン	○	○	○	○	○	
	ラジウム	○	○	○	○	○	
	ラドン	○	○	○	○	○	
土壌	γ 核種	○	○	○	○	○	
	ウラン	○					
	ラジウム	○					
生物質 (農作物等)	梨	γ 核種	○		○	○	○
		ウラン	○				
		ラジウム	○				
	精米	γ 核種	○	○	○	○	○
		ウラン	○				○
		ラジウム	○				○
	玄米	γ 核種	○				
	モミ米	γ 核種	○				
	白菜	γ 核種	○				
		ウラン	○				
		ラジウム	○				

【備考】 γ 核種：Ge半導体検出器による γ 線スペクトロメトリ

ウラン：ウラン分析（Si半導体検出器による α 線スペクトロメトリ）

ラジウム：放射化学分析によるラジウム分析（LSCによる α 線計測）

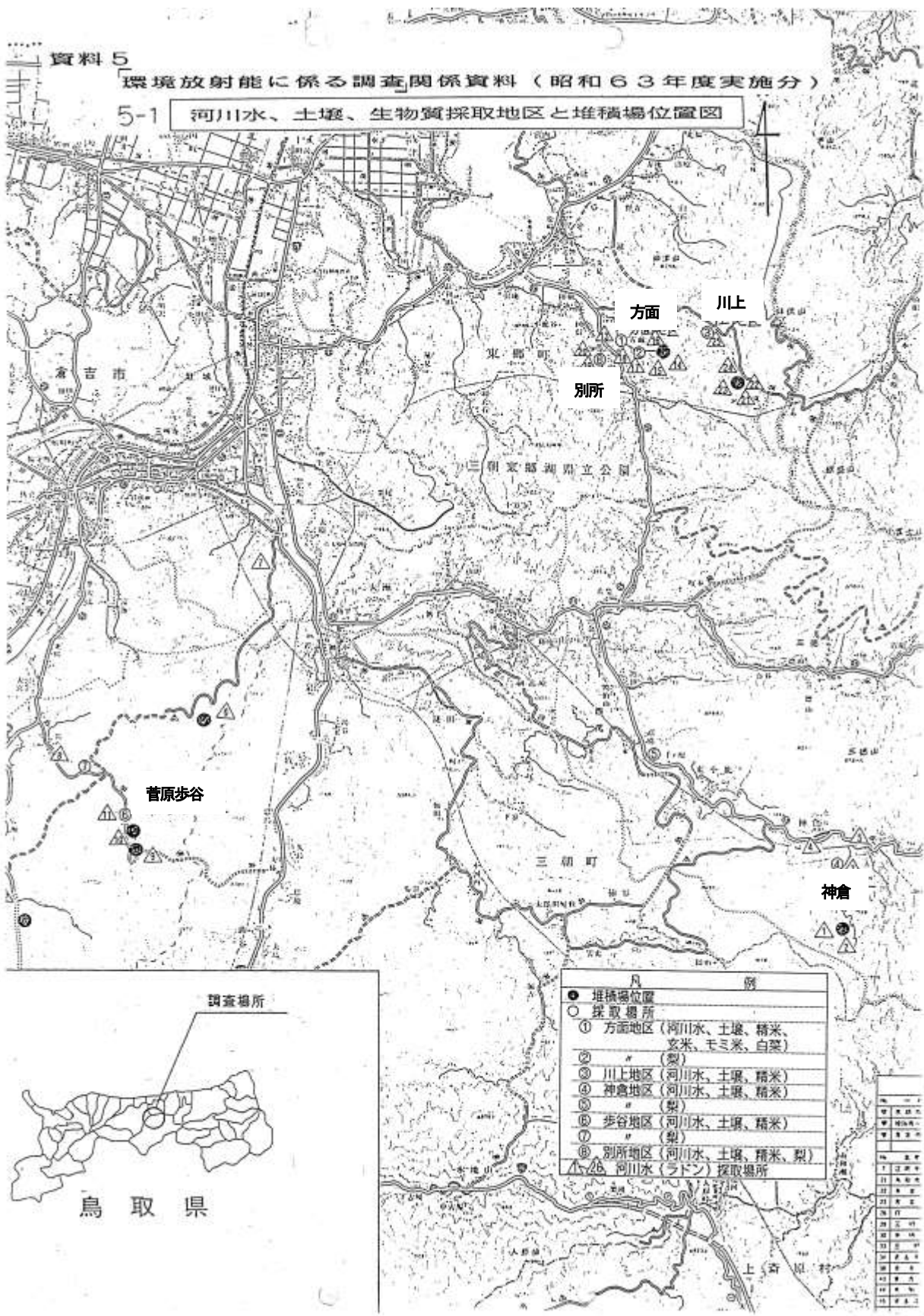


図3-2-1 初期(昭和63年度)の堆積場周辺の環境試料(土壌、水、農作物等)中の放射性物質(核種)濃度調査地点

イ 評価のために収集・整理した文献情報

堆積場周辺地域のウランやラジウム等の放射性物質の濃度レベルや影響等を評価するに当たり、これらが天然由来で一定レベルの値が検出されると考えられることから、より広い範囲の周辺地域、県内及び国内他地域の状況を把握するため、委員の協力も得て、岡山県側も含めた人形峠周辺地域、県内を始め、国内の既往調査資料（文献）を収集・整理した。その結果を表 3-2-3～3-2-10 に示す。

- ・表 3-2-3: 日本における土壌中の放射性ウラン、ラジウム、トリウム、カリウム含有量(文献情報)
- ・表 3-2-4: 鳥取県における天然ウラン含有量測定結果(河川水、土壌、梨、米、白菜等)、昭和 30～40 年代実施、放射能水準調査情報
- ・表 3-2-5: 人形峠周辺の各種試料中の放射性物質濃度(各種文献調査結果)
- ・表 3-2-6: 岡山県上斎原村における精米、野菜の過去の測定結果(岡山県公表資料)
- ・表 3-2-7: 奥津、津山、奈良地域の様々な作物中のウランの濃度(文献情報)
- ・表 3-2-8: 主要河川水中に溶けている核種濃度(文献情報)
- ・表 3-2-9: 食品中のラジウム-226 放射能濃度(文献情報)
- ・表 3-2-10: 人形峠周辺の陸水、土壌、動植物体中のウラン、ラジウム等の調査結果(1986～1987、岡山県資料)

ウ 環境試料（河川水、土壌、農作物等）中の放射性物質濃度の推移

初年度の結果を踏まえ、これ以降、堆積場周辺の河川水、土壌（河底土、水田土）、農作物等（精米等）中のウラン（ウラン-234、ウラン-235、ウラン-238）及びラジウム（ラジウム-226）の濃度測定を現在まで継続して実施してきた。このうち、ウラン-238、ラジウム-235 の濃度推移の概要一覧を表 3-2-11 に示す。

また、継続的に検出されているウラン-238 濃度の経年変化を、河川水（5 地点）については図 3-2-2～3-2-6 に、河底土（5 地点）については図 3-2-7～3-2-11 に、水田土（7 地点）については図 3-2-12～3-2-18 に、精米（4 地点）については図 3-2-19～3-2-22 に示した。

(2) ラドン濃度測定結果

ア 旧ウラン鉱山坑内水、坑口水及び周辺の河川水等のラドン濃度

旧ウラン鉱山の坑内水やその排水（坑口水）及び周辺の河川水（旧鉱山坑内水の流入や堆積場の存在状況を踏まえて選定した 26 地点、図 3-2-1 中の△印の番号）について、水中ラドン濃度を測定した結果を表 3-2-12 に示す。

併せて、周辺の地下水・湧水や温泉水の既往調査結果資料の情報を、表 3-2-13、3-2-14、3-2-15、3-2-16 に示す。

- ・表 3-2-13: 三朝の地表水及び地下水のラドン濃度(1948 年、岡山大温泉研究所調査)
- ・表 3-2-14: 三朝温泉付近地下水中のラドン含有量(文献情報)
- ・表 3-2-15: 三朝温泉周辺の地下水、地表水中のラドン含有量(文献情報)
- ・表 3-2-16: 三朝温泉水中のラドン、ラジウム同時定量値(文献情報)

イ 大気中のラドン濃度について

定点 5 地点の大気中のラドン濃度測定結果を表 3-2-17 に示す。いずれも民家の軒下（屋外）での測定結果である。測定期間中の測定値の平均値、最大値、最小値を取りまとめると以下のとおりとなる。

(濃度単位 (Bq/m³))

測定期間	東郷町方面	東郷町別所 (対照区)	倉吉市歩谷1	倉吉市歩谷2	倉吉市歩谷3
平成3(1991)年8月～ 平成24(2012)年2月					
平均値	18.6	15.2	78.0	38.6	34.1
最小値	7.5	4.3	32.8	6.3	2.6
最大値	35.8	25.7	163.0	79.3	79.6

約 20 年間にわたり継続実施した方面、別所、歩谷の屋外大気中ラドン濃度測定結果の推移を表 3-2-17、図 3-2-23 に示す。

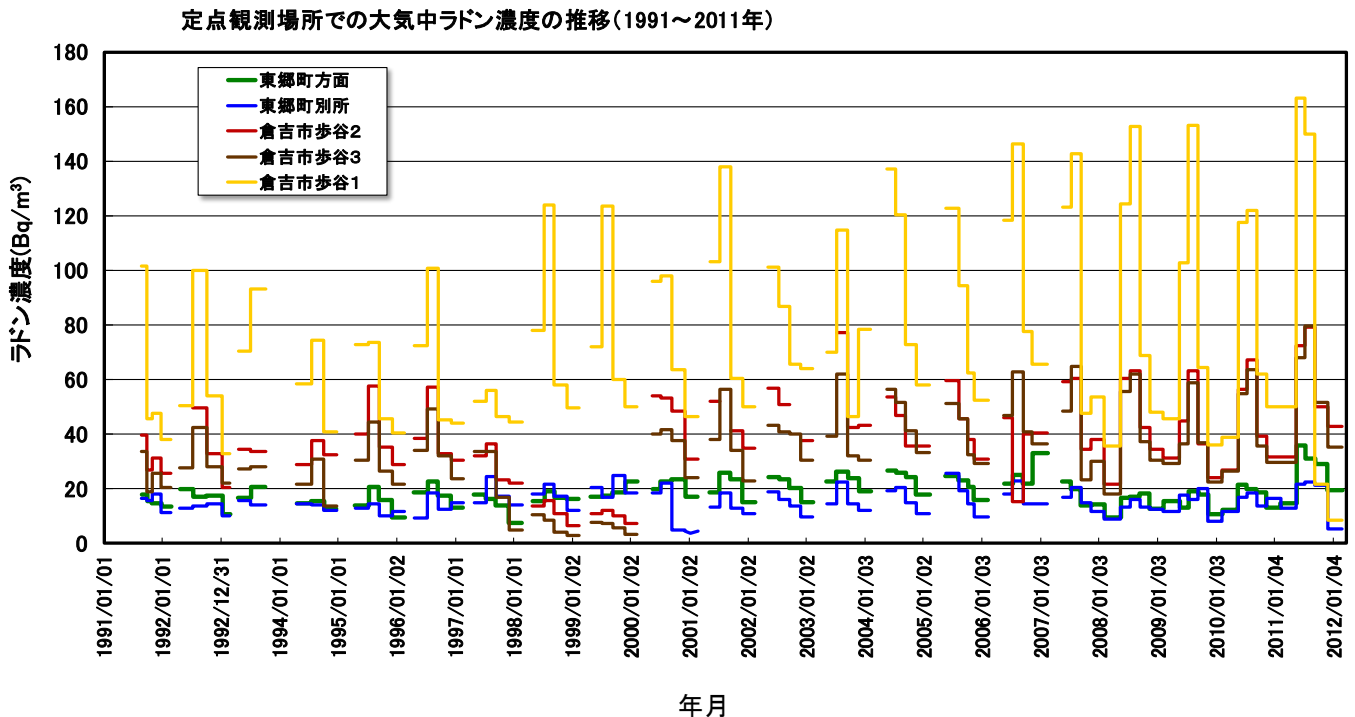


図 3-2-23 各地点の大気中ラドン(²²²Rn)濃度の推移

4 評価方法等

4-1 堆積場周辺の空間線量率のバックグラウンドに係る評価値及び管理目標値の設定と空間線量率測定

平成元年（1989年）5月22日、鳥取県は動力炉・核燃料開発事業団（当時、以下「動燃」という。）に各堆積場に関する恒久対策に係る要請を行った。それに対し、動燃は各堆積場の敷地境界での空間線量率等による「管理目標値」を設定し、定期的なモニタリングを行って管理することとした。なお、自然環境中の空間線量率はゼロではなく、場所毎に周辺の地質等の条件に応じた値を示すことから、「堆積場による影響」を把握して管理するため、堆積場の影響を除いた周辺の地域特性（→バックグラウンド）を把握し、これを基に「管理目標値」を設定した。

（1）堆積場周辺の空間線量率のバックグラウンドに係る評価値及び管理目標値の設定

ア 目的

大地には程度の差はあっても天然の放射性物質が含まれており、堆積場が存在する地域の地質学的な特性（ウラン鉱床が発見された花崗岩地帯であることなど）からみて、堆積場が無くても空間線量率が一定レベルの値で観測され、且つその値は堆積場毎に異なることが予想される。そこで、堆積場毎に周辺地域のバックグラウンド値を把握するため、堆積場及び周辺地域の空間線量の測定調査を実施した。

イ 調査者等

鳥取県（当時の環境保全課、衛生研究所）が、地元市町（倉吉市、東郷町、三朝町）、動燃の立会いのもとで調査した。

ウ 空間線量率の測定方法及びバックグラウンド値の算定方法

（ア）方面下2号坑、方面3号坑、麻畑2号坑B、麻畑3号坑、横路谷坑は、動燃人形峠事業所が測定したデータを、他の堆積場等については、鳥取県が測定したデータを基にバックグラウンド値を算出した（表4-1参照）。

（イ）堆積場内から外側に向かって放射状に「測定線」を設け、NaI（Tl）シンチレーションサーベイメーターを用いて、測定線上を原則として約5m間隔で地上1m高での空間線量率を測定し、測定値が下がることを確認しながら、測定値が一定の値を示す地点まで測定した（測定箇所や個別データについては、図4-1-1～4-1-13参照）。

（ウ）バックグラウンド値と算出用データ（バックグラウンド値算出用データ）

- ①（イ）の測定値のうち、それぞれの測定線における「堆積場の影響が無くなったと判断できる値」として、“測定値の指示値の15%”又は“フルスケールの5%”のうち大きい方を「測定誤差」と仮定し、測定線上のたい積場方向への測定値で「最小値+測定誤差」の範囲内にある値を「バックグラウンド値算出用データ」として採用した（図4-1-1～4-1-13で当該測定値を○で囲んで示す）。

【参考】：測定器（NaI（Tl）シンチレーションサーベイメーター）の測定単位、レンジ（当時）

・測定単位： $\mu\text{R/h}$

・測定レンジ：25 $\mu\text{R/h}$ （最低）、50 $\mu\text{R/h}$ 、250 $\mu\text{R/h}$ 、500 $\mu\text{R/h}$

- ② 堆積場の堰堤下流の値は、数値の大小に拘わらず、「バックグラウンド値算出用データ」として採用しない。
- ③ 測定線の長短によるデータ数の偏りが無いよう、1つの測定線上のバックグラウンド値は1つとし（各測定線上の測定値の平均値を採用）、それをさらに平均して堆積場のバックグラウンド値とした。具体的には、各測定線上の採用する数値（「バックグラウンド値算出用データ」図4-1-1～4-1-13中○の付いた数値）を平均して「測定線毎の平均値」を求め、これらを堆積場全体で平均した値（「測定線毎の平均値」を足して測定線数nで割った値）を「バックグラウンド値」とした。

（エ）バックグラウンド値の偏り（標準偏差）の算定（表4-1-1～4-1-13参照）

各測定線上での平均値に関する標準偏差も考慮し、当該堆積場毎のバックグラウンド値の標準偏差を以下のとおり算出した。

- ① 各測定線上の「バックグラウンド値算出用データ」から、測定線毎に標準偏差 σ_{1i} を算出。

② ①を2乗して足し合わせた値を測定線の数nで割った値に平方根を取った値を σ_1 とする。

$$\sigma_1 = (\sum_i \sigma_{1i}^2 / n)^{1/2}$$

③ 「測定線毎の平均値」の標準偏差 σ_2 を算出。

④ ②、③の標準偏差を以下のとおり合算して、たい積場全体の平均値に対する標準偏差 σ を算出。

$$\sigma = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$$

エ 管理目標値の適用について

(ア) 管理目標値の適用に当たっては、バックグラウンドとして、評価値(平均値+3 σ)を考慮するものとした。

(イ) 管理目標値は施設寄与分に対して設定するものとし、明らかに堆積場の影響が無いと判断される場所での値を超えた場合は適用しないものとする。

オ 各堆積場での空間線量率の測定結果とバックグラウンド値、評価値及び算出結果等

(ア) 4-1 (1) -ウ- (イ)、(ウ) の調査での測定箇所や個別データについては、図 4-1-1~4-1-13 参照

(イ) 管理目標値(バックグラウンドに係る評価値+10 $\mu\text{R}/\text{h}$)は、施設寄与分に対して設定するものであり、明らかに堆積場の影響が無いと判断される場所においては適用しない。

(ウ) 措置後の管理目標値の評価に当たっては、「バックグラウンド」として評価値(平均値+3 σ)を考慮する。

(2) 捨石堆積場周辺の空間線量率測定結果

以上のとおり、各堆積場の空間線量率に関するバックグラウンドに係る評価値と「管理目標値」を定め、これに基づき捨石堆積場周辺で空間線量率を監視測定してきた。

協定の空間線量率の規定まで発効している旧倉吉鉦山の堆積場(円谷1号捨石堆積場、歩谷捨石堆積場、歩谷坑ずり捨場)については、堆積場の敷地境界線上に測定点を定めて測定している。他の堆積場については、河川水測定地点で空間線量率を測定している。

測定は、地元倉吉市立会の下、鳥取県と日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センターとで NaI シンチレーションサーベイメーターにより測定。

その結果を表 4-1-14 に示す。これまで、空間線量率が各堆積場の管理目標値を超えたことはない。

4-2 堆積場周辺の住民への健康影響の評価

堆積場周辺の住民への健康影響の評価の1つとして、堆積場周辺地域で収穫される農作物を摂取（経口摂取）した場合の内部被ばくによる実効線量当量（ミリシーベルト（mSv））を推算した。健康影響上の評価は、ICRP 勧告の範囲内で評価することとした。体内に入る放射性同位元素（核種）量（Bq）を求め、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量当量限度等を定める件（昭和63年7月26日、科学技術庁告示第20号）」第11条第4項において、経口摂取した場合に50 mSvの線量当量の放射線に被ばく（内部被ばく）したことに相当するものとして核種毎に示されている摂取量（Bq）を基に、経口摂取による線量当量を核種毎に算出・合計して評価した。

なお、宇宙線で常時生成されているベリリウム-7 (${}^7\text{Be}$) や過去の核実験やチェルノブイリ原子力発電所事故等によるフォールアウト由来の人口核種のセシウム-137 (${}^{137}\text{Cs}$)、及び自然界に広く分布して人体にいくら入っても体内一定量でコントロールされているカリウム-40 (${}^{40}\text{K}$) については、この評価から除外した。

(1) 経口摂取される放射性物質（核種）量の算定

ア 「農作物等（梨、精米、白菜等）から検出された放射性物質（核種）の経口摂取による内部被ばくの線量当量」を推定することとし、梨、精米、白菜といった農作物の種類別・採取地点別に、放射性物質の経口摂取量（→核種毎の放射能）を求めた。

イ 核種分析によって試料毎に得られた核種毎の放射能濃度（表 3-2-1、3-2-2）を基に、年間摂取量（摂取重量又は体積）を掛けて放射性物質（核種）の経口摂取量（Bq）を算出した。

ウ 経口摂取量の算出に用いた放射能濃度について、ウラン（ウラン-234、ウラン-235、ウラン-238）とラジウム（ラジウム-226）については精度が高いウラン分析法（Si 半導体検出器による α 線スペクトロメトリー）やラジウム分析法（LSC による α 線計測）で得た数値（分析値）を使用し、その他の核種については γ 線分析法（Ge 半導体検出器）で得た数値（分析値）を使用した。

エ 試料毎の分析結果（核種毎の放射能濃度）が分析値として有意な値とならない、即ち、分析値が計数誤差 σ の3倍値（ 3σ ）未満となり、「ND（検出されず）」として扱われる値となる場合があるが（多くの分析値がこれに該当）、当該分析値を示した上で、安全側に立って、当該濃度をゼロとせず計数誤差 σ の3倍値（ 3σ ）であるとして経口摂取量の計算を行った。

オ 食物の年間摂取量（重量）は、鳥取県実施の栄養調査結果（昭和62年度県民栄養調査成績（1987年））のデータを基に以下のとおり積み上げた。

- ・野菜（白菜）：鳥取県の農山村地域で食べられる野菜類の1日当たりの総量260gを丸めて300gとし、実際にはいろいろな野菜が食べられるが、年間365日全て当該白菜を食べたという想定で計算した。

$$\textcircled{\text{A}} 300 \text{ (g/日)} \times 365 \text{ (日/年)} \div 1000 \text{ (g/kg)} = \underline{109.5 \text{ (kg/年) 摂取}}$$

- ・精米、玄米：1日300g、年間365日食べ続けたとして推定。

$$\textcircled{\text{B}} 300 \text{ (g/日)} \times 365 \text{ (日/年)} \div 1000 \text{ (g/kg)} = \underline{109.5 \text{ (kg/年) 摂取}}$$

- ・梨：鳥取県で食べられる果物の量（平地、農村地域：174g、山村地域：132g）を平均し、丸めて200gとして、これを全部当該地域の梨を食べたとして計算した。

$$\textcircled{\text{C}} 200 \text{ (g/日)} \times 365 \text{ (日/年)} \div 1000 \text{ (g/kg)} = \underline{73 \text{ (kg/年) 摂取}}$$

(2) 経口摂取による内部被ばくの実効線量当量の算定による健康影響評価

「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量当量限度等を定める件（昭和 63 年 7 月 26 日、科学技術庁告示第 20 号）」第 11 条第 4 項で定める内部被ばくによる線量当量の算出方法に従って算定した。

- ① 昭和 63 年度の農作物等の核種毎の放射能濃度測定データ（表 3-2-1、3-2-2）を基に、(1)に従って農作物の種類（梨、精米、白菜等）別・地点別の核種毎の放射能の経口摂取量を求めた。
- ② ①を基に、上記告示で示されている「放射性同位元素（核種）及び化学形態毎の 50 mSv の実効線量当量の内部被ばくに相当する放射能の経口摂取量 (Bq)（表 4-2-1 参照）」を用い、以下の計算式に従って核種毎の経口摂取による内部被ばくの実効線量当量 (mSv) を算出した。
- ③ ②の結果を農作物の種類（梨、精米、白菜等）別・地点別に集計し、表 4-2-2 に示した。

■経口摂取による内部被ばくによる実効線量当量(ミリシーベルト(mSv))

- 「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量当量限度等を定める件（昭和 63 年 7 月 26 日、科学技術庁告示第 20 号）」第 11 条第 4 項で定める経口摂取による内部被ばくの実効線量当量の算出方法で算定。

経口摂取した放射性同位元素(核種)の摂取量(ベクレル(Bq))

$$= \frac{\text{経口摂取した場合における年摂取限度 (Bq)}^{*1} (\rightarrow 50\text{mSv の内部被ばくに相当})}{\text{各環境試料(精米など)中の放射性同位元素(核種)濃度 (Bq/kg)} \times \text{年間摂取量 (kg)}} \times 50\text{mSv}$$

$$= \frac{\text{経口摂取の場合における年摂取限度 (Bq)}^{*1} (\rightarrow 50\text{mSv の内部被ばくに相当})}{\text{各環境試料(精米など)中の放射性同位元素(核種)濃度 (Bq/kg)} \times \text{年間摂取量 (kg)}} \times 50\text{mSv}$$

* 1) : 上記告示別表第 1 の第 1 欄の元素毎に同表第 3 欄に示す年摂取限度 (Bq) が 50 (mSv) に相当するとして扱う。

＜アクチニウム-228の取扱い＞

このうち、 γ 線スペクトロメトリー分析（ゲルマニウム半導体検出器による分析）結果で、アクチニウム-228 (^{228}Ac 、半減期が6時間程度と短い核種)が精米、玄米、白菜で有意な数値として検出されている。これは、その親核種のラジウム-228 (^{228}Ra 、半減期5.76年)が存在することを示唆している。なお、ラジウム-228 (^{228}Ra)は壊変時に β 線しか放出しないのでGe半導体検出器 (γ 線スペクトロメトリー分析)では掛からない(検出されない)。

過去にこのような指摘があったことも踏まえ、やはり安全側に立って、このアクチニウム-228 (^{228}Ac)とラジウム-228 (^{228}Ra)とが放射平衡にあるという前提で、アクチニウム-228の測定値(NDの場合は、計測誤差 σ の3倍値、 3σ)を用いて(ラジウム-228の分析値として扱って)、ラジウム-228 (^{228}Ra)による経口摂取による内部被ばく線量当量を推定計算し、これを加えた結果も併せて示した。

表 4-2-1 経口摂取の場合の内部被ばく実効線量当量算定用係数(昭和63年7月26日、科学技術庁告示第20号)

核種	経口摂取による被ばく実効線量当量(50mSv)に相当する核種毎の放射能摂取量(Bq)	備考	
ラジウム-226 (^{226}Ra)	1.6×10^5		
ウラン-234 (^{234}U)	7.0×10^5		
ウラン-235 (^{235}U)	7.3×10^5		
ウラン-238 (^{238}U)	7.9×10^5		
マ 核 種 (娘 核 種)	プロトアクチニウム-234m ($^{234\text{m}}\text{Pa}$)	8.9×10^7 (^{234}Pa の値)	
	鉛-214 (^{214}Pb)	3.2×10^8	
	ビスマス-214 (^{214}Bi)	7.5×10^8	
	アクチニウム-228 (^{228}Ac)	8.6×10^7	
	ビスマス-212 (^{212}Bi)	1.8×10^8	
	鉛-212 (^{212}Pb)	4.5×10^6	
	タリウム-208 (^{208}Tl)	—	
	ラジウム-223 (^{223}Ra)	3.3×10^5	
	ラドン-219 (^{219}Rn)	—	
	鉛-211 (^{211}Pb)	4.2×10^8	
	トリウム-234 (^{234}Th)	1.4×10^7	
ラジウム-228 (^{228}Ra)	1.5×10^5		

農作物の経口摂取に伴う内部被ばくによる実効線量当量 (mSv) を算定し、農作物 (梨、精米、白菜等) のうち各作物の最大値を合計したところ、0.0237mSvとなった。ラジウム-228 (^{228}Ra)による内部被ばくによる実効線量当量を考慮して加えても0.0406mSvであり、1mSvを大きく下回った。なお、内部被ばくによる実効線量当量の算定結果は表4-2-2に示す。

以上のことから、「当該地域の作物(米、梨、白菜)を摂取した場合の内部被ばくによる実効線量当量について、過大評価を与えるような前提のもとに推算したが、その値は、仮に公衆の線量当量限度(1mSv/年)と比較しても大幅に下回るものであり、又公衆が日常受けている自然放射線量と比較しても十分小さいものであり、健康影響上問題のないものである」と評価した。

5 評価結果の推移

評価基準やデータの変動範囲を踏まえ、放射能調査専門家会議では、本調査に関する評価を毎年度実施してきた。各年度の評価結果の一覧を示す。

年度	放射能調査専門家会議による調査結果に対する評価概要
昭和 63 年	調査地域の河川水及び土壌の放射能レベルは、地域の地質学的な特性がうかがわれるものの、我が国でこれまでに得られているデータの環境放射能の範囲のものである。 当該地域の作物（米、梨、白菜）を食べた場合の内部被ばくによる実効線量当量について、過大評価を与えるような前提のもとに推算したが、その値は、仮に公衆の線量当量限度と比較しても大幅に下回るものであり、又公衆が日常受けている自然放射能と比較しても十分小さいものであり、健康影響上問題のないものである。 なお、対照地区とその他の調査地区との環境放射能のデータには、差があるとは認められない。
平成元年	当該地域の放射能レベルは昨年度のデータと同様、我が国で得られている自然界の変動の範囲内のものであり、特に問題となるものではなかった。
2年	当該地域の放射能レベルは、新しい項目の大気中のラドンを除き、これまでのデータと同様、得られている自然放射能の変動の程度のもので判断されるが、一部の地域については、さらに、データの集積を図ることが望ましい。なお、大気中のラドンについては、我が国の通常のレベルを上回る値が一部に見られたので、引き続き調査を続けることが望まれる。
3年	当該地域の放射能レベルは、大気中のラドンを除き、これまでのデータと同様、得られている自然放射能の変動の程度のもので判断されるが、一部の地域については、周辺地域の特性と考えられるため、今後ともデータの集積を図ることが望ましい。なお、大気中のラドンについては、我が国の一般的な屋外のレベルを上回る値が見られるので、引き続き調査を続けることが望まれる。
4年	当該地域の放射能レベルは、全般的にはこれまでと同様、得られている自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。一部の地域については、やや高めの値が見られるが、これは地域の特性と考えられるため、今後ともデータの集積を図ることが望ましい。
5年	当該地域の放射能レベルは、全般的にはこれまでと同様、得られている自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。一部の地域については、やや高めの値が見られるが、これは地域の特性と考えられるため、今後ともデータの集積を図ることが望ましい。
6年	当該地域の放射能レベルは、全般的にはこれまでと同様、得られている自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。一部の地域については、やや高めの値が見られるが、これは地域の特性と考えられるため、今後ともデータの集積を図ることが望ましい。
7年	当該地域の放射能レベルは、全般的にはこれまでと同様、得られている自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。一部の地域については、これまでと同様、やや高めの値が見られるが、これは地域の特性と考えられるため、今後ともデータの集積を図ることが望ましい。

年度	放射能調査専門家会議による調査結果に対する評価概要
平成 8 年	当該地域の放射能レベルは、平成 8 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域にくらべやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。さらに、当該地域について、実情が把握できるよう必要な期間データの集積を図ることが望ましい。
9 年	当該地域の放射能レベルは、平成 9 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域にくらべやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。さらに、当該地域について、実情が把握できるようモニタリングを継続することが望ましい。
10 年	当該地域の放射能レベルは、平成 10 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域にくらべやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。いずれの項目についても変動の幅は、ここ 10 年間特に変化は認められない。さらに、当該地域について、実情が把握できるようモニタリングを継続することが望ましい。
11 年	当該地域の放射能レベルは、平成 11 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域にくらべやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。いずれの項目についても変動の幅は、ここ 11 年間特に変化は認められないが、さらにモニタリングを継続することが望ましい。
12 年	当該地域の放射能レベルは、平成 12 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域にくらべやや高めの値が見られるが、当該地域の経年的変動も少なく、これはそれらの地域の自然的特性と考えられる。いずれの項目についても変動の幅は、ここ 13 年間特に変化は認められないが、さらにモニタリングを継続することが望ましい。
13 年	当該地域の放射能レベルは、平成 13 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域にくらべやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。いずれの項目についても変動の幅は、ここ 14 年間特に変化は認められないが、今後も変動を追跡していくことが望ましい。
14 年	当該地域の放射能レベルは、平成 14 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域にくらべやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。いずれの項目についても変動の幅は、ここ 15 年間特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。

年度	放射能調査専門家会議による調査結果に対する評価概要
平成 15 年	当該地域の放射能レベルは、平成 15 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと判断される。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。変動の幅はいずれの項目についても、ここ 16 年間特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
16・17 年	当該地域の放射能レベルは、平成 16・17 年度においても、全般的にはこれまでと同様、自然放射能レベルの分布・変動の範囲内のものと考えられる。その中で、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、ここ 18 年間特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
18 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度、ラドン濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内のものと考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、ここ 19 年間特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
19 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度、ラドン濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内のものと考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、ここ 20 年間特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
20 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度、ラドン濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内のものと考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、ここ 20 年間特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
21 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度、ラドン濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内のものと考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、ここ 20 年間特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
22 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度、ラドン濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内のものと考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。

年度	放射能調査専門家会議による調査結果に対する評価概要
平成 23 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度、ラドン濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内のものと考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
24 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度、ラドン濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内と考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
25 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度、ラドン濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内と考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、今後も調査を継続していくことが望ましい。
26 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内と考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、地域の住民の方の安心・安全のために、今後も調査を継続していくことが望ましい。
27 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内と考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、地域の住民の方の安心・安全のために、今後も調査を継続していくことが望ましい。
28 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内と考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、地域の住民の方の安心・安全のために、今後も調査を継続していくことが望ましい。
29 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内と考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、地域の住民の方の安心・安全のために、今後も調査を継続していくことが望ましい。
30 年	当該地域の空間線量率、環境中の放射性核種濃度とも、これまでと同様、自然の環境放射線レベルの分布・変動の範囲内と考えられる。なお、一部の地域については、これまでと同様、他の地域に比べやや高めの値が見られるが、これは地域の自然的特性と考えられる。また、変動の幅はいずれの項目についても、平成元年の調査開始以降特に変化は認められないが、地域の住民の方の安心・安全のために、今後も調査を継続していくことが望ましい。