

# ホンダワラ類の洗浄による放射能分析値に及ぼす影響の実験的検討

環境理学課 中島英男

## 1 はじめに

当センターでは、環境放射線モニタリング計画に基づいて、玄海原子力発電所周辺地域の環境試料中の放射能分析を行っている。

海産生物で、指標生物としてホンダワラ類の放射能分析を行っているが、他の分析機関との全β放射能のクロスチェックで、その測定値に差が生じたのでその原因調査として前処理での水道水によるホンダワラ類の洗浄効果について検討を行ったので、その結果を報告する。

## 2 調査方法

他の分析機関とのクロスチェック2試料と洗浄効果調査用3試料について全β放射能分析とゲルマニウム半導体検出器による核種分析を行った。

## 3 調査結果

### (1) クロスチェック試料 I

⑦ 採取年月日 57年4月23日

採取地点 八田浦

### ④ 前処理法

潜水による採取→現場での試料の2分割→水道水による洗浄→異物除去→口紙で軽く水をふき取る→生重量測定→105℃で乾燥→乾重量測定→450℃で灰化→灰重量測定→放射能測定。

### ⑤ 海藻の状態

- 海藻の長さ 約60cm
- 洗浄液は茶かっ色となり汚れが多い。
- 葉状部分が多い。

### ⑥ 放射能測定結果

測定結果を表1に示す。

全β放射能で他の分析機関Aが生重量単位(pci/g生)で2.6倍、含水率の寄与を除いた乾重量単位(pci/g乾)で2.2倍高い値となっている。

これは、核種分析の結果から<sup>40</sup>Kの含有量の違いによるものである。

なお、<sup>40</sup>K以外の核種については放射能レベルが低く誤差を考えるとほぼ同程度の値になっている。

表-1 放射能測定結果(クロスチェック試料 I)

測定項目 分析機関	全β放射能		核種分析						単位: pci/g生	
	pci/g生	pci/g乾	<sup>40</sup> K	<sup>7</sup> Be	<sup>137</sup> Cs	<sup>214</sup> Pb	<sup>214</sup> Bi	<sup>228</sup> Ac	<sup>208</sup> Tl	
公害センター	3.4	20	3.658	0.050	0.002	0.013	0.011	0.011	0.004	
A	8.8	43	7.330	0.031	0.004	0.009	0.007	0.009	ND	

※ 公害センター: 含水率83% 灰化率3.4% A: 含水率80% 灰化率4.7%

(2) クロスタック試料Ⅱ

㊦ 採取年月日 59年4月17日

採取地点 八田浦

① 前処理法

採取現場での試料分割は4分割し、各分析機関ごとに非洗浄用と水道水洗浄用として供試する。その他の前処理はクロスタック試料Ⅰの場合と同じである。

前処理状況を表2に示す。

表-2 前処理状況(クロスタック試料Ⅱ)

測定項目 分析機関	含水率 (%)	灰化率 (%)	乾燥時間 (hr)	灰化時間 (hr)
公害センター (非洗浄)	84	4.7	26	66
A (非洗浄)	85	4.2	-	-
公害センター (洗浄)	89	2.2	26	43
A (洗浄)	87	3.1	-	-

㊦ 海藻の状態

○海藻の長さ 約63cm

○洗浄液はうす黄緑となり、汚れは中程度。

○葉状部分が多い。

㊦ 放射能測定結果

測定結果を表3に示す。

水道水洗浄の試料では、全β放射能で分析機関Aが生重量単位(pci/g生)で1.6倍、乾重量単位(pci/g乾)で1.4倍高い値となっている。これは、クロスタック試料Ⅰの場合と同様に<sup>40</sup>Kの含有量の違いによる。

この<sup>40</sup>Kの含有量の違いは、海藻の洗浄方法、洗浄回数、洗浄液量などの洗浄度合の違いによって生じたものと考えられる。

次に、非洗浄の試料では、全β放射能は両分析機関でほぼ一致しているが、水道水洗浄の試料と比較すると測定値が高くなっている。

これは、水道水洗浄による付着性<sup>40</sup>Kの溶解・脱離が原因と考えられる。なお、生体内<sup>40</sup>Kの浸透圧の差による溶出は、洗浄時間が非常に短いので少ないと考えられる。

これらの原因について、以下の洗浄効果調査用試料ⅠからⅢでさらに詳細に調査を行った。

表-3 放射能測定結果(クロスタック試料Ⅱ)

測定項目 分析機関	全β放射能		核種分析						単位:pci/g生	
	pci/g生	pci/g乾	<sup>40</sup> K	<sup>7</sup> Be	<sup>137</sup> Cs	<sup>214</sup> Pb	<sup>214</sup> Bi	<sup>228</sup> Ac	<sup>208</sup> Tl	
公害センター (非洗浄)	9.8	61	9.845	0.019	ND	ND	ND	ND	ND	
A (非洗浄)	9.0	60	7.718	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
公害センター (洗浄)	4.6	40	4.295	0.014	ND	ND	ND	0.007	ND	
A (洗浄)	7.4	56	6.396	ND	ND	0.008	ND	ND	ND	

(3) 洗浄効果調査用試料 I

⑦ 採取年月日 57年9月17日

採取地点 八田浦

① 前処理法

長さがほぼ等しい海藻を水道水による洗浄方法によって次のように分類した。

A, A': 非洗浄の試料, B, B': 1回洗浄の試料,  
C, C': 5回洗浄の試料, D, D': 5回洗浄の上部の試

料, E, E': 5回洗浄の下部の試料, F: 通常の前処理での洗浄による試料(ルーチン洗浄)。

一定容積の容器に水を張り海藻をもまずに10回上下させて行う洗浄を1回洗浄とし、水道水をかえてこれを5回くりかえす洗浄を5回洗浄とする。また、海藻をほぼ中央で2つに切断し、上部・下部試料とする。

前処理状況を表4に示す。

表-4 前処理状況(洗浄効果調査用試料 I)

試料番号	供試生重量(g)	乾燥物(g)	含水率(%)	灰分(g)	灰化率(%)
A	256	55	79	16.6	6.5
A'	283	60	79	19.0	6.7
B	261	46	82	11.8	4.5
B'	292	49	83	11.0	3.8
C	299	51	83	9.4	3.1
C'	285	49	83	9.4	3.3
D	328	51	84	9.1	2.8
D'	333	53	84	9.4	2.8
E	153	31	80	7.1	4.6
E'	140	28	80	6.4	4.6
F	2,207	500	84	66	3.0

⑦ 海藻の状態

- 海藻の長さ 約25cm
- 洗浄液は茶かっ色となり汚れが多い。
- 葉状部分が多い。

⑤ 全β放射能測定結果

測定結果を表5に示す。なお、原子吸光測定による安定カリウム量からの<sup>40</sup>K放射能の換算値も表中に示している。

原子吸光測定による<sup>40</sup>Kの測定結果から、全β放射能の大部分は<sup>40</sup>Kの寄与に基づくものである。

非洗浄の全β放射能を1として各洗浄方法の乾重量単位(pci/g乾)での比率(残存率)から、1回洗浄で約40%、5回洗浄で約70%、ルーチン洗浄で65%の<sup>40</sup>Kが水道水洗浄によって溶解・脱離しているのがわかる。

5回洗浄の上部と下部を比較すると、乾重量単位(pci/g乾)で下部の方が約1.4倍高い値になっている。

これは、下部では茎状部分の占める割合が多くなること、及び茎状部分では生体内<sup>40</sup>Kの含有量が多いためと考えられる。

表-5 全 $\beta$ 放射能測定結果(洗浄効果調査用試料Ⅰ)

試料番号	洗浄方法	全 $\beta$ 放射能		原子吸光測定		全 $\beta$ 放射能	
		pci/g生	A, A'に対する比	K(mg/g生)	$^{40}\text{K}$ (pci/g生)	pci/g乾	A, A'に対する比
A	非洗浄	11.4	1	13.4	11.2	53.2	1
A'		11.7		13.6	11.4	55.2	
B	1回洗浄	5.8	0.50	6.9	5.8	33.0	0.61
B'		5.2	0.45	5.6	4.7	31.2	0.58
C	5回洗浄	3.0	0.26	3.2	2.7	17.5	0.32
C'		2.6	0.23	2.9	2.4	15.4	0.28
D	5回洗浄 の上 部	2.2	0.19	2.5	2.1	14.0	0.26
D'		2.4	0.21	2.8	2.3	14.9	0.27
E	5回洗浄 の下 部	4.4	0.38	5.3	4.5	21.9	0.40
E'		4.0	0.35	4.9	4.1	19.9	0.37
F	ルーチン洗浄	3.0	0.26	-	-	19.0	0.35
A, A'の平均値		11.55				54.2	

※ 葉状部分が多いホンダワラ類

※ K 1g=838 pci

(4) 洗浄効果調査用試料Ⅱ

④ 前処理法

⑦ 採取年月日 57年10月15日

洗浄効果調査用試料Ⅰと同じ前処理を行った。

採取地点 八田浦

前処理状況を表6に示す。

表-6 前処理状況(洗浄効果調査用試料Ⅱ)

試料番号	供試生重量(g)	乾燥物(g)	含水率(%)	灰分(g)	灰化率(%)
A	108	46	57	15.0	13.8
A'	122	49	60	16.1	13.2
B	96	38	60	11.3	11.8
B'	108	38	65	10.7	9.9
C	113	39	65	10.7	9.4
C'	81	35	57	8.6	10.6
D	140	37	74	8.9	6.3
D'	124	38	69	8.7	7.0
E	53	25	53	6.8	12.8
E'	47	23	52	5.8	12.3
F	884	382	57	95.6	10.8

㊦ 海藻の状態

- 海藻の長さ 約25cm
- 洗浄液の汚れは少ない。
- 茎状部分が多い。

㊧ 全β放射能測定結果

測定結果を表7に示す。

各洗浄方法による<sup>40</sup>Kの溶解 脱離量は、乾重量単位 (pci / g乾) で1回洗浄で約5%、5回洗浄で約13%、ルーチン洗浄で15%となっている。

葉状部分が多い試料Ⅰにくらべて茎状部分が多い試料Ⅱでは、水道水洗浄による<sup>40</sup>Kの洗浄効果が小さい。

これは、次のような理由によるものと考えられる。

すなわち、葉状部分が多い海藻は表面積が大きいため付着性<sup>40</sup>Kの量が多く、それだけ水道水による<sup>40</sup>Kの溶解 脱離による洗浄効果が大きくなる。それに反して、茎状部分の多い海藻は表面積が小さく付着性<sup>40</sup>Kの量が少ないので、洗浄効果が小さくなると考えられる。

5回洗浄の上部と下部試料の乾重量単位 (pci / g乾) での比較では、供試部位の違いによる全β放射能に差は見られなかった。

これは 海藻全体が茎状となっており葉状部分の割合が少なかったためと考えられる。

表-7 全β放射能測定結果 (洗浄効果調査用試料Ⅱ)

試料番号	洗浄方法	全β放射能		原子吸光測定		全β放射能	
		pci/g生	AA'に対する比	K(μg/g生)	<sup>40</sup> K(pci/g生)	pci/g乾	AA'に対する比
A	非洗浄	20.3	1	24.4	20.4	47.6	1
A'		21.5		25.5	21.3	53.5	
B	1回洗浄	19.1	0.91	22.8	19.1	48.2	0.95
B'		17.1	0.82	20.2	16.9	48.6	0.96
C	5回洗浄	16.0	0.77	19.9	16.7	46.3	0.92
C'		17.9	0.86	22.3	18.7	41.5	0.82
D	5回洗浄の上部	11.4	0.55	14.5	12.2	43.0	0.85
D'		12.9	0.62	16.2	13.6	42.0	0.83
E	5回洗浄の下部	20.2	0.97	24.8	20.8	42.9	0.85
E'		18.8	0.90	23.7	20.0	39.4	0.78
F	ルーチン洗浄	18.5	0.89	---	---	42.8	0.85
AA'の平均値		20.9				50.55	

※ 茎状部分が多いホンダワラ類

(5) 洗浄効果調査用試料Ⅲ

㊦ クロスチェック試料Ⅱで採取した海藻を用いて調査を行った。

㊧ 前処理法

長さがほぼ等しい海藻を水道水による洗浄方法によって次のように分類した。

A：非洗浄の試料

B：1回洗浄の試料

C：5回洗浄の試料

D：非洗浄の海藻を3ℓの蒸留水で洗浄したときの洗浄液

E：Dの処理後の海藻試料

F：通常の水道水洗浄（ルーチン洗浄）後の海藻をさらに3ℓの蒸留水で洗浄したときの洗浄液

G：Fの処理後の海藻試料  
前処理状況を表8に示す。

表-8 前処理状況（洗浄効果調査用試料Ⅲ）

試料番号	供試生重量(♯)	乾燥物(♯)	含水率(%)	灰分(♯)	灰化率(%)
A	146.2	25.7	82	7.0	4.8
B	147.1	19.7	87	4.1	2.8
C	156.9	18.7	88	2.9	1.8
E	71.3	9.8	86	1.5	2.1
G	80.9	10.9	87	1.4	1.7

㊦ 海藻の状態

クロスチェック試料Ⅱと同じ。

㊧ 全β放射能測定結果

測定結果を表9に示す。

各洗浄方法による<sup>40</sup>Kの溶解・脱離量は乾重量単位(pci/♯乾)で1回洗浄で16%、5回洗浄で49%であった。

茎状部分が多い試料Ⅱよりも洗浄効果は明らかに大きくなっている。

次に、洗浄液の核種分析によって<sup>40</sup>Kが試料D及

び試料Fで検出されたことによって、洗浄による<sup>40</sup>Kの溶解・脱離が確認された。

なお、表中の(D+E)の放射能10.2(pci/♯生)は非洗浄の海藻中の放射能に相当するもので、実測値Aの放射能9.8(pci/♯生)とよく一致している。

また、表中の(F+G)の放射能4.5(pci/♯生)はルーチン洗浄後の放射能に相当するもので、表3の公害センター(洗浄)の試料の実測値4.6(pci/♯生)ともよく一致している。

表-9 全β放射能測定結果（洗浄効果調査用試料Ⅲ）

試料番号	洗浄方法	全β放射能			
		pci/♯生	Aに対する比	pci/♯乾	Aに対する比
A	非洗浄	9.8	1	56.0	1
B	1回洗浄	6.3	0.64	47.3	0.84
C	5回洗浄	3.4	0.35	28.3	0.51
D(洗浄液)	3ℓ洗浄	6.1	0.62	—	—
E	”	4.1	0.42	29.6	—
F(洗浄液)	”	2.1	0.21	—	—
G	”	2.4	0.24	17.8	—

※ 葉状部分が多いホンダワラ類

※ D、Fの洗浄液の値は核種分析による<sup>40</sup>Kの値

#### 4 ま と め

ホンダワラ類の全 $\beta$ 放射能の他の分析機関とのクロスチェックにおいて、その測定値に差が生じた。

その原因調査のため葉状部分が多いホンダワラ類と茎状部分が多いものそれぞれについて水道水による洗浄効果について調査を行った。

洗浄効果調査の結果、葉状部分が多いホンダワラ類では水道水による大きな洗浄効果が認められ、茎状部分が多いものについては洗浄効果は小さかった。この洗浄効果の違いは、ホンダワラ類の表面積の大小の違いによる付着性 $^{40}\text{K}$ 溶解・脱離量の差に起因するものと考えられる。

以上のことから、他の分機機関とのクロスチェック試料での全 $\beta$ 放射能の測定値に差が生じたのは、その試料が葉状部分の多いものであったことから、

水道水による洗浄度合の違いが原因であった。

なお、今後次のような事項についての検討が必要である。

① 海藻の含水率の違いによる生重量単位（pci/ $\mu$ 生）での放射能の変動。

② 水道水洗浄を行う時の洗浄方法、洗浄回数、洗浄液量の統一化。

③  $^{40}\text{K}$ 以外の核種についての洗浄効果の検討。

④ 海藻の種類、生育時期等の違いによる洗浄効果及び放射能の変動。

⑤ 海水洗浄による洗浄効果。

⑥ 指標生物として海藻を用いる場合の非洗浄での前処理の検討。

#### 文 献

- (1) 科学技術庁：環境試料採取法（1983）
- (2) 福井衛研：昭和56年度年報（1981）