

### 3. 環境理学課

#### (1) ムラサキインコ (いがい科) の $^{60}\text{Co}$ 濃度について

環境理学課 坂井次男、岩本義虎、池田嘉宏  
中尾幹夫、中島英男

#### 1. 緒言

佐賀県においては、九州電力(株)の玄海原子力発電所(PWR型559千kw)が昭和50年10月から営業運転されている。

このため、玄海原子力発電所周辺における環境放射能について、昭和47年度から調査しているが、昭和51年度の海産生物ムラサキインコ軟体部より微量の $^{60}\text{Co}$ が検出されたので昭和52年度では地点を拡大し調査したところ同様に $^{60}\text{Co}$ が検出された。

その結果について昭和52年11月30日放射線医学総合研究所において開催された科学技術庁主催の放射能研究成果発表会で、その概要を発表した。

若干の補足を加えてここに報告する。

#### 2. 調査研究の概要

##### (1) ムラサキインコについて

玄海原発の放水口は八田浦に面しており、この周辺において、定着性の指標海産生物として貝類ではムラサキインコ、藻類ではホンダワラ類としている。

ムラサキインコ *Septifer (Mytilisepta) virgatus* (WIEGMANN) は いがい科 Family Mytilidae に属し殻表頂下に放射状の縦皺を刻み、紫彩されており殻は硬く岩礁の裂け目などに群棲している。

##### ○ムラサキインコの成長年数について

図1はムラサキインコが群棲している場所(図3 SA-52-1)の約 $30\times 30\text{cm}^2$ の面積

より採取した432個の貝の個数と貝殻長さをグラフにしたものである。

図2は貝殻長2cm以上のものを累積度数をとったものである。

図1より 2.8cm位まで

3.3cm位まで

4.0cm位まで

4.1cm以上 と4つのピークが認められる。各々のピークを1年・2年・3年・4年生と推定すれば、試料とした3~5cm位のもは2.5年生以上と思われる。

図2より 4cm位まではほぼ直線的成長が認められるが約4cm以上になると成長の度合いが横ばいになっている。

##### (2) 採取地点

図3のとおり

佐賀県 51年度 3地点 4試料

(SA-51-1~4)

52年度 5地点 5試料

(SA-51-1~5)

九州電力(株) 52年度 8地点 8試料

(KU-52-1~8)

##### (3) 測定機器

堀場Ge(Li)半導体検出器GLC-93型

(Ge容量70cc)、日立505型波高分析器(2048チャンネル)を使用し、科技庁編「Ge(Li)半導体検出器を用いた機器分析法」に準じ定量した。

エネルギー分解能 FWHM 2.1KeV

ピークコンプトン比 P/C 36:1

効率 13% (NaI比較) at  $^{60}\text{Co}$  1333KeV

#### (4) 検出下限

それぞれの試料の灰化率等が異なるので一律に示せないが、目安としては殻付 2.0 Kg から殻を除き軟体部（供試部位）約 2.5 Kg となり灰化率 2.5% として 86400 秒計測で検出下限は対象  $\gamma$  線ピークの正味計数とその標準偏差の 3 倍を越えた場合として求めると約 3 ~ 4 pci / Kg 生である。

光電ピーク計数値 (N) は、光電ピーク領域の計数値 (A) よりこれに含まれる散乱ベース (S) と同様に求めたバックグラウンド (BG) を差引いて求める。

$$N = A - S - BG \quad \text{①}$$

N に伴う誤差は  $\Delta A = \sqrt{A}$ ,  $\Delta S = \sqrt{S}$ ,  
 $\Delta BG = \sqrt{BG}$  から

$$\Delta N = \sqrt{\Delta A^2 + \Delta S^2 + \Delta BG^2}$$

$$\Delta N = \sqrt{A + S + BG} \quad \text{となる} \quad \text{②}$$

核種の有無の判別に関しては

その光電ピーク計数 N がそれに伴う誤差の 3 倍をこえた時、有意であると考える。

$$\text{即ち } N \geq 3 \Delta N \quad \text{③}$$

検出下限は便宜的に  $BG = 0$  として

$$\text{①, ②式より } \Delta N = \sqrt{A + S} = \sqrt{N + 2S} \quad \text{となる。}$$

$$N \geq 3 \Delta N = 3\sqrt{N + 2S} \quad \text{となり}$$

$$\text{検出下限カウント } N_{PL} = 1/2 (9 + \sqrt{81 + 72S})$$

$$\text{検出下限 pci } Q_{pci} = \frac{NDL}{37 \times 10^{-2} \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3 \times t \text{ sec}}$$

$\varepsilon_1$  : 相対検出効率

$\varepsilon_2$  : K-40 に対する効率

$\varepsilon_3$  :  $\gamma$  線放出率 より求めた。

#### (5) 試料の採取並び前処理

干潮時に殻長約 3 ~ 5 cm 位のものを約 2.0 Kg 採取した。

試料を熱湯中に約 5 分間浸し軟体部を取り出し軽く水洗し異物を除き濾紙にて水切りしたのち生重量を秤量した。

さらに 120 °C で乾燥し、450 °C 以下で電気炉にて灰化した。

灰を井内製捻口 U-8 スチロール容器 (50 × 65 mm) に入れ圧縮し測定試料とした。

採取場所によって貝殻状況は異っているが、平均貝殻長さ 4.4 cm とすると殻高 1.9 cm 位で 1 個当り貝殻重量 11.5 g 位で貝 1 個当りより約 2 g の軟体部が得られる。

表1 前処理

No	試料名	採取 地点	採取 年月日	採 取				灰 化	
				全 量 Kg	軟体部 g	貝殻長 cm	貝殻高 cm	灰重量 g	灰化率 %
SA-51-1	ムラサキインコ	八田浦	51. 9 6	5 6	904	3.5	-	20 7	2 29
SA-51-2	"	"	51 10 8	5.5	552	4 3	1 9	16 7	3.03
SA-51-3	"	波戸岬	51 10 20	26 7	2,750	4.8	2 0	110 1	4.00
SA-51-4	"	浜玉町	51 11. 5	18. 8	3,656	4.3	2 0	146	3.99
SA-52-1	ムラサキインコ	八田浦	52 7 12	16. 1	1987	3.7	1.8	42. 4	2 13
SA-52-2	"	馬渡島	52. 7 20	13 7	1823	4 1	1 9	49. 3	2 70
SA-52-3	"	加唐島	52. 7 28	23 1	3,252	5.4	2 5	82 8	2.55
SA-52-4	"	平戸島	52 9 12	19. 6	2,540	4.3	1 8	40 6	1 60
SA-52-5	"	対馬 厳原	52 10 1	25 4	2,422	3 5	1 7	64 8	2.67
KU-52-1	ムラサキインコ	五島 三井桀	52 10 25	4 1	650	3 0	1 7	24 0	3 7
KU-52-2	"	五島 福江	52 10 25	6 0	960	3 0	1 7	46 8	4 9
KU-52-3	"	西彼杵 外海	52 10 14	4 3	686	4 3	1 7	33 4	4 9
KU-52-4	"	志賀島	52 10 20	7 3	1,161	3 0	1 2	71 0	6 1
KU-52-5	ムラサキイガイ	佐世保	52 10 13	5 9	890	6 0	2 5	104	11 7
KU-52-6	"	菊 田	52 10 19	4 4	1,054	4 0	1 7	33 5	3 2
KU-52-7	ムラサキインコ	川内市 港 町	52. 9 8	-	2,000	-	-	78 1	5 5
KU-52-8	"	川内市 寄田町	52. 2 12	-	-	-	-	37. 1	3 1

(6) 分析結果並び考察  
表 2 ムラサキインコ 60Co 濃度

No.	試料名	採取地点	採取年月日	放水口より直線距離 Km	Ge (Li) 計測条件			60Co 濃度 pci / kg 生			
					供試灰量 g	灰化率 %	測定年月日	測定時間 Sec	分析機関	測定値	検出下限
SA-51-1	ムラサキインコ	八田浦	51. 9. 6	0.5	20.7	2.29	51. 9. 18	86400	佐賀県 公害センタ	5.5 ± 1.4	4.5
SA-51-2	"	"	51. 10. 8	0.5	16.7	3.03	51. 10. 11	86400	"	ND	6.7
SA-51-3	"	波戸岬	51. 10. 20	5	85.1	4.00	51. 10. 27	86400	"	4.9 ± 1.0	3.4
SA-51-4	"	浜玉町	51. 11. 5	20	77.7	3.99	51. 11. 9	86400	"	ND	3.2
SA-52-1	ムラサキインコ	八田浦	52. 7. 12	0.8	42.4	2.13	52. 7. 22	86400	"	4.9 ± 0.9	2.9
SA-52-2	"	馬渡島	52. 7. 20	10	49.3	2.70	52. 7. 30	86400	"	4.8 ± 1.1	3.4
SA-52-3	"	加唐島	52. 7. 28	11.5	62.8	2.55	52. 8. 8	86400	"	3.9 ± 1.0	3.1
SA-52-4	"	平戸島	52. 9. 12	57	40.6	1.60	52. 9. 26	86400	"	5.5 ± 0.9	2.6
SA-52-5	"	対馬 蔵原	52. 10. 1	91	63.7	2.67	52. 10. 14	86400	"	4.3 ± 1.0	3.0
KU-52-1	ムラサキインコ	五島 三井築	52. 10. 25	-	24.0	3.7	52. 10. 28	60000	九州電力㈱ 火力研究室	5.1	1.8
KU-52-2	"	五島 福江	52. 10. 25	-	46.8	4.9	52. 10. 29	60000	"	4.3	2.7
KU-52-3	"	西彼杵 外海	52. 10. 14	-	33.4	4.9	52. 10. 26	65000	"	6.3	1.9
KU-52-4	"	志賀島	52. 10. 20	-	71.0	6.1	52. 10. 25	60000	"	ND	3.1
KU-52-5	ムラサキイガイ	佐世保	52. 10. 13	-	104	11.7	52. 10. 21	60000	"	ND	6.1
KU-52-6	"	苅田	52. 10. 19	-	33.5	3.2	52. 10. 27	60000	"	ND	3.1
KU-52-7	ムラサキインコ	川内市 港	52. 9. 8	-	78.1	5.5	52. 10. 5	80000	(財)日本 分析センター	3.6	2.2
KU-52-8	"	川内市 寄田町	52. 2. 12	-	37.1	3.1	52. 3. 8	83000	"	2.9	1.8



表3より54Mn, 58Co等の核種は検出されておらず  
 144Ce 35.0 ~ 141.0 pci/Kg生  
 141Ce 9.2 ~ 81.0 pci/Kg生  
 103Ru 4.9 ~ 89.1 pci/Kg生  
 106Ru 39.4 ~ 83.6 pci/Kg生

95Zr 9.9 ~ 12.5 pci/Kg生  
 95Nb 10.0 ~ 69.6 pci/Kg生  
 等の核種が検出されている。

図4はムラサキインコSA-52-1のGe(Li)検出器による  
 7線スペクトルである。

表4 八田浦(放水口)にて採取した他の環境試料の全β放射能、核種

試料名	採取年月日	全β放射能				核種													
		単位	測定法	濃度	測定法	濃度	単位	60Co	137Cs	131I	65Zn	59Fe	144Ce	95Zr	95Nb	54Mn	58Co	51Cr	134Cs
		pci/g乾	CoS 共沈法	-	Fe-Ba 共沈法	1.0	pci/g乾	ND	0.2	-	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-
海水	51.9.2	pci/g乾	CoS 共沈法	-	Fe-Ba 共沈法	1.0	pci/g乾	ND	0.2	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	ND
海底土	"	pci/g乾	直接法	-	HCL 抽出法	1.7	pci/Kg乾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ウミトラノオ	51.8.31	pci/g生	40 K含	7.6	40 K除	0.9	pci/Kg生	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ホンダワラ類	51.10.8	pci/g生	40 K含	5.0	40 K除	0.4	pci/Kg生	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ウミトラノオ	"	pci/g生	40 K含	7.4	40 K除	1.0	pci/Kg生	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ウミトラノオ	52.7.12	pci/g生	40 K含	5.4	40 K除	1.4	pci/Kg生	ND	ND	ND	ND	ND	156.1	205.2	375.3	ND	ND	ND	ND
海水	52.7.20	pci/g乾	CoS 共沈法	0.0	Fe-Ba 共沈法	0.6	pci/g乾	ND	0.2	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND
海底土	"	pci/g乾	直接法	6.4	HCL 抽出法	0.2	pci/Kg乾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

表4は八田浦の表-2.3のSA-51-1,2とSA-52-1のムラサキインコを採取した同時期に採取した他の環境試料の全β放射能・核種である。

同時期八田浦から採取した海水・海底土・ウミトラノオ・ホンダワラ類等を測定したが表4に示すように<sup>60</sup>Coは検出されていない。

特に八田浦の海底土は粒子の大きい砂質であるので48メッシュ(0.297mm)の篩を用いて微細粒子を集めて試料とし測定を試みたが上記の核種は検出されなかった。

ムラサキインコの貝殻のみについて表2のSA-51-2、SA-52-1の試料について測定したが、<sup>60</sup>Coは検出されなかった。また、前処理に用いたステンナベ・金属片について<sup>60</sup>Coは検出されなかった事も確認している。

試料のクロスチェック

表5 (財)日本分析センターとの  
クロスチェック比較表

No	試料名	採取 地点	採取 年月日	県公害セン	日本分析セン
				ターデータ 60Co pci/Kg生	ターデータ 60Co pci/Kg生
SA-51-1	ムラサキ インコ	八田浦	51.9.6	56±11	5.9±05
SA-52-1	ムラサキ インコ	八田浦	52.7.12	4.2±0.6	4.8±0.3
SA-52-4	ムラサキ インコ	平戸島	52.9.12	4.5±0.3	4.7±0.6

表5のとおり日本分析センターとよく一致している。

表2の<sup>60</sup>Co濃度と若干異なるのは、相加平均値であること、測定条件が異なることによる。ムラサキインコの<sup>60</sup>Co濃度係数は明らかでないが、海産無脊椎動物として $10^3$ と仮定すれば、

<sup>60</sup>Co 6pci/Kg生より海水中の<sup>60</sup>Co濃度は0.006pci/l以下と考えられるので海水の多量処理により<sup>60</sup>Co濃度を探ってみたいと思っている。

ムラサキインコの安定Co濃度は原子吸光測定で0.26ppm程度であった。貝類中ではシャコ貝0.94ppm(日本分析センター)に次いでCo含有量が多いようである。安定Co量をムラサキインコを含めて他の貝についても平均的な濃度を出す必要がある。

ムラサキインコは食用ではないが、<sup>60</sup>Co 6pci/Kg生を毎日20g摂取するとして原子力委員会1978年1月版「環境放射線モニタリングに関する指針」により経口摂取による被ばく線量を算出してみると $2 \times 10^{-4}$  mrem/yとなる。

### 3. 結 語

海況の異なる地点のムラサキインコから2.9~6.3pci/Kg生の低濃度の<sup>60</sup>Coが検出された。広域的に、かつ地域差が認められないことからバックグラウンドのレベルであるように思われる。

貝の成長年数・成育環境等による安定Co濃度を含め<sup>60</sup>Co濃度の差異についても今後の検討課題としてみたい。

図1 貝殻個数と長さ

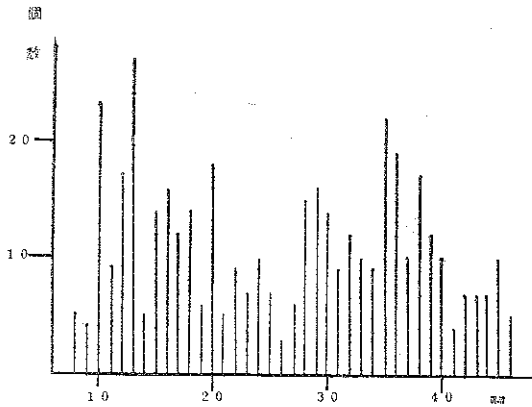


図2 累積度数

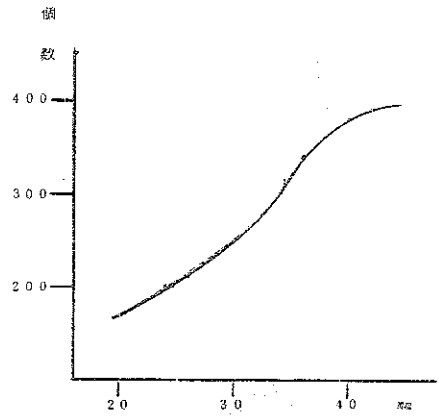


図3 ムラサキインコ採取地点

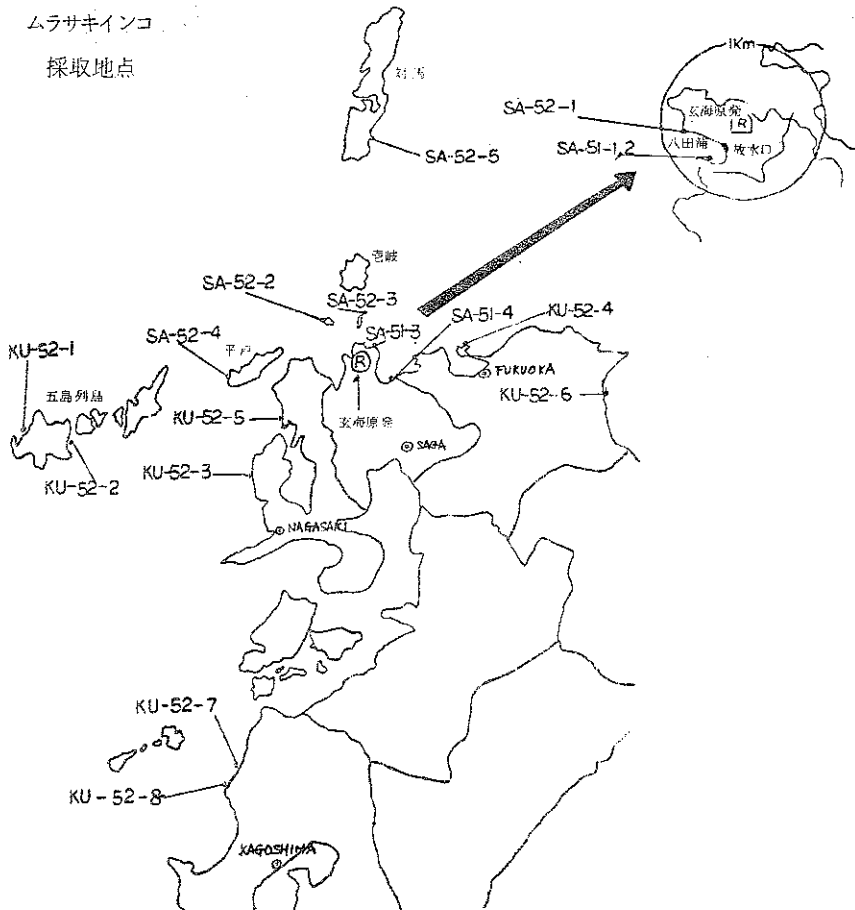
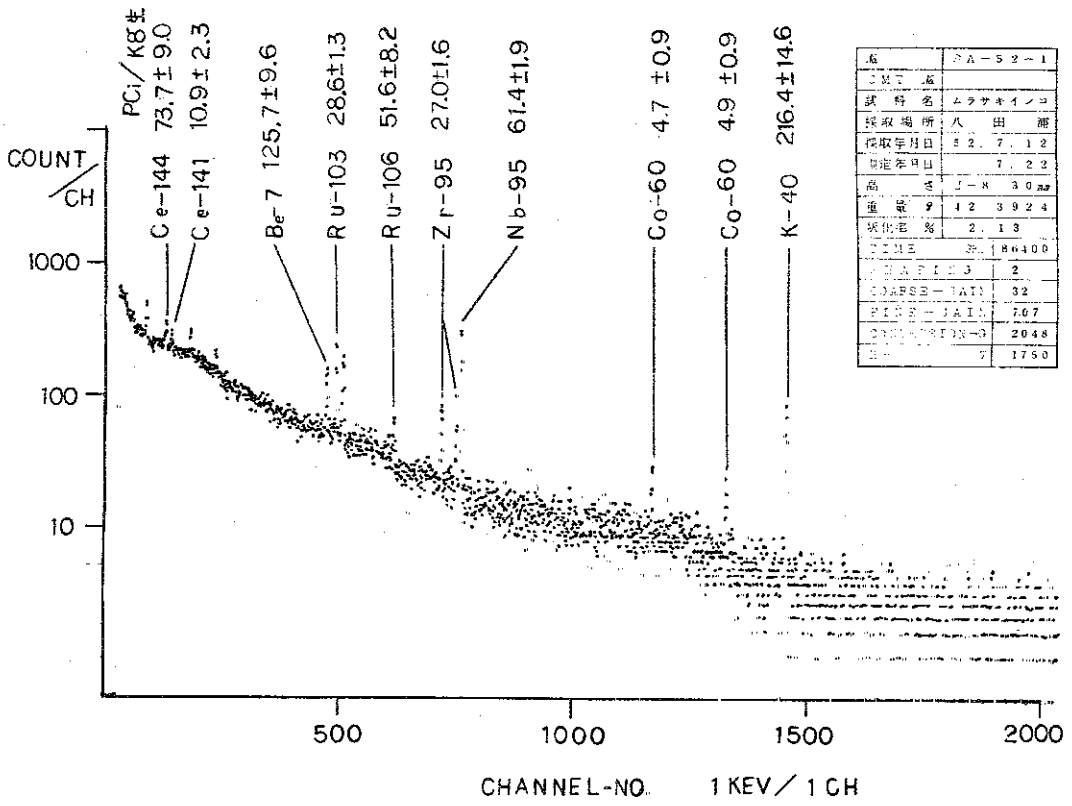




図4 ムラサキインコ Ge(Li) 検出器による $\gamma$ 線スペクトル



試料名	ムラサキインコ
採取場所	八田湖
採取年月日	52.7.12
測定年月日	7.22
高さ	1-N 30cm
重量	42.3924
灰化率	2.13
測定時間	20.180408
チャンネル	2
COARSE-GAIN	32
FINE-GAIN	2.67
COUNT-RATE	2048
チャンネル	1750