

瀬戸内海の豊島産業廃棄物堆積場の重金属汚染 - 堆積物の覆土処理前後 -

村本茂樹¹⁾・大塚和重²⁾

岡山大学資源生物科学研究所¹⁾, 岡山県環境事業センター²⁾
¹⁾〒700-0046 倉敷市中央2-20-1, ²⁾〒701-0212 岡山市内尾665-1
 (平成14年7月1日受理)

Heavy Metal Pollution of Landfills at Teshima Island in Seto Inland Sea, Japan - Before and after the cover soil treatment on the hazardous waste -

Shigeki Muramoto¹ and Kazushige Ohtsuka²

Research Institute for bioresources of Okayama University¹⁾ and Okayama Prefecture
 Environmental Conservation Corporation²⁾
 Chuo 2-20-1, Kurashiki 710-0046, Japan¹, Uchio 665-1, Okayama 701-212, Japan

Abstract

The illegal dumping of industrial waste was exposed at November in 1990. Industrial waste, including shredder-dust, slag, sludge, and the incinerated ash were carried into the Teshima island from 1978. The western part of this island in the Seto Inland Sea, Japan had been used as the illegal landfills for more than 10 years and the accumulated waste was estimated to be about 500,000 tons. The realities of heavy metal pollution for the soil, leachate, marine products, crab, and sea weeds were investigated at around the time of the cover soil treatment on the hazardous industrial waste of the landfill during 1991-1993. A few reports of analytical results have been reported for chemical components of waste materials, plants, and marine products in Japan. It is characteristic that the concentration of Cu, Fe, Zn, Ni in soil with slag and the incinerated ash were very high, such as 8.3%, 1.5%, 0.9%, 0.1%, respectively.

Key words: Heavy metal pollution, Landfill, leachate, Shredder-dust, Sludge, Slug, Marine products, plants

1. 緒言

産業廃棄物は人間活動の拡大とともに増大し続けている。リサイクルが推進され、中間処理が現在の水準に保たれても我が国の最終処分場の残余容量は10年以内にはゼロになると推測されている。しかも質の多様化が廃棄物の処分を複雑にし、埋立処分場の維持管理が不適切なものや不法投棄も全国各地で続発の気配があり、環境問題の最大難問のひとつである [1-6]。

島外からの産業廃棄物不法投棄で蝕まれた豊島は面積14.16km², 周囲19.8km, 人口約1,600人の小島で小豆島の西方約3.7kmに位置し、スウェーデンのストックホルムからヘルシンキへの眺望を思わす美しい島である。1978年から処理場の土地約22万平方メートルに自動車解体による廃プラスチック類のシュレッダーダスト, 廃油, 汚泥, 鉍滓, 紙くずなどがフェリーにより搬入され, 廃油による野焼きが続けられた。1990年11月に兵庫県警に摘発された後は廃棄物の搬入は中止されたが, そ

れまでは焼却炉からの黒煙で島の西部周辺が覆われ強い臭気が漂う状況が続いたといわれる。

国内のみならず国外からも重金属, 有機塩素系物質などを含んだ正体不明の有毒化学物質が搬入され廃棄物焼却に伴うダイオキシン汚染の実態も判明してまさに有毒ゴミの島と化して事態は深刻である。1991年から業者によるブルドーザーでの覆土処理が行われその後は放置の状態が続いていた。1993年には公害調停委員会による調査が開始され, 1995年4月に精査が終了した。廃棄物埋立地における浸出水, 地下水中のダイオキシン, 重金属, トリクロロエチレンなどの有機塩素系溶剤, 農薬などの調査結果, 今なお処分地に存在している廃棄物量は約48万トンと公表された [7]。しかし汚染が摘発された直後から整地・覆土処理, 有害汚廃棄物の島外搬出撤去が1991年から1993年の間に行われた。この間の埋立地およびその周辺の重金属汚染については香川県廃棄物対策課の調査報告 [8] がある他は見当たらない。そこで汚染初

期から生物影響を知るために重金属汚染調査を行い、埋立地の廃棄物、浸出水および周辺の小動物、海草、魚介類などの調査を数年にわたり実施報告した関係から、時間経過とともに変化する廃棄物堆積場の重金属汚染の実態資料として有意義と考え、時間は経過しているがここにとりまとめ報告する。

2. 試料採取および分析方法

2.1 試料採取

1) 1991年5月30日に土壌、魚介類、海草などが地元住民により採取された。2) 1991年8月12日の干潮時に小動物、魚介類、海草の採取および堆積場の周辺土壌、岩盤からの浸出水の採取を行った。3) 1994年2月19日に堆積場の土壌、鋳滓および岩盤からの浸出水、ヘドロを採取し覆土整地による影響を調査した。4) 1994年6月19日に埋立地内の植物を対象に非汚染地区(豊島中央部)との比較を行い、堆積場の覆土整地後の影響を調べた。1991~1994年の間の試料採取地点をFig. 1に示す。

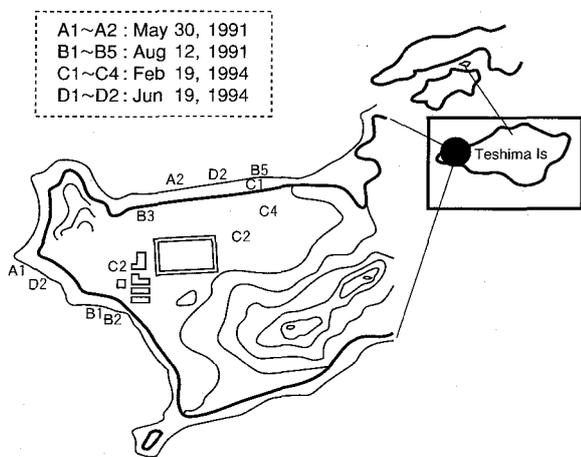


Fig. 1 Sampling sites at the landfills of Teshima Island

2.2 試料溶液の調製および定量法

採取試料のうち水試料は500 mLをNO.2ろ紙でろ過後ホットプレート上で濃縮し、 HNO_3 - HClO_4 (2:1)で分解後、0.1N-HClで一定溶液とし分析試料とした。また魚介類、小動物、海藻、植物は蒸留水で洗浄後、熱風乾燥器中で60°C、24時間乾燥した。適量を精秤し、 HNO_3 - HClO_4 (2:1)で分解後に分析試料とした。また土壌、鋳滓、シュレッダーダストは王水で分解後、0.1N-HClで一定溶液とし、フレームレス原子吸光分析装置(HITACHI D7000)を用いて重金属分析を行った。また陰イオン界面活性剤濃度の測定は、底泥は適量を精秤

し一定容の水を加えて、また水はそのままでEDTA-Cuおよび CHCl_3 を添加して振とう抽出後、フレームレス原子吸光分析装置を用いて行った[9]。

3. 結果と考察

3.1 1991年5月の調査結果

1991年5月に地元住民らにより採取された試料中重金属含有量の分析結果をTable 1に示した。

Table 1 The concentration of heavy metals of bottom mud, small animals, fish, and seaweed at seaside of landfill (May.21.1991)

Samples (Site)	Metals (mg/kg in wet-matter)						
	Ni	Cr	Al	Fe	Cu	Cd	Zn
(A1)							
Mud	0.89	2.38	0.71	0.50	4.05	1.81	5.59
Clam (m)	0.26	0.13	0.16	15.4	1.63	3.16	9.99
(S)	0.07	0.22	0.30	35.4	1.48	7.09	23.2
H.crab	6.43	0.80	15.3	182	44.9	4.04	122
Snail	0.60	0.60	0.01	74.8	11.0	20.1	58.5
(A2)							
Mud	1.27	1.83	0.56	-	0.11	1.43	4.0
Wakame	90.9	1.24	1.85	-	6.83	29.4	62.7
Oyster	0.01	0.15	1.86	14.4	0.11	3.15	11.2
Flathead	0.04	0.30	0.11	15.4	0.25	0.42	12.2
Clam	0.21	0.17	1.38	15.3	1.26	2.96	10.8
F.Mussle	0.57	0.57	1.46	15.7	0.10	3.39	0.45
Crab (s)	0.11	0.28	1.26	16.0	0.20	3.53	14.6

Mud: bottom mud. Wakame: wakame seaweed
Clam (m), (s): Short-necked clam, 5g, 3g, respectively.
H.crab: hermit crab. Crab (S) : 1.3g. F.Mussle: Fresh-water mussle. -: not detected.

この地点で採取したワカメではNi, Cdが高濃度を示したほか、アサリ、ヤドカリ、巻貝などの一部にCu, Cd, Alが高濃度のものが認められ海岸生物への汚染影響が推察された (Table 1)。因みに貝類のアサリ、カラス貝中ではCd 3~7mg/kg, Al 0.16~3mg/kgの濃度範囲であり、メッキ排水などによる汚染があった諏訪湖のカラス貝、シジミに比べて2~3倍の高濃度であった[10]。またヤドカリはCrを除いていずれの金属もやや高濃度で、特にNi 6.43 mg/kg, Cd 4.04 mg/kg, Al 15.3 mg/kg, Fe 182 mg/kg, Cu 44.9 mg/kgが顕著であった。カキはCd 3.15 mg/kgと通常の広島湾、宮古湾産のカキに比べて3倍近い含有量を示し、Znは逆に1/2の含有量であった。しかし魚類についてはコチのCd 3.39 mg/kg以外は特に高濃度のもは認められず、海岸から離れるに従い汚染影響が少ないと推察された。また海岸の底泥(ヘドロ)中の重金属は西海岸でCr 2.38 mg/kgを検出した他は西海岸、北海岸ともに高濃度のもは認められなかった。

3.2 1991年8月の調査結果

堆積場周辺の生物への影響を再確認するため1991年8月13日の干潮時に調査を行った。採取した魚介類、海藻および土壌などの重金属含有量分析結果をTable 2 a ~ Table 2 dに示した。

Table 2a The concentration of heavy metals of leachate water from the rock at west-south side of landfill (Aug.13.1991).

Metals (mg/L)	Samples (site)		
	B 1	B 2	B 5
pH*	9.31	7.08	7.42
Ni	0.7	0.268	0.366
Cr	0.04	0.001	0.019
Mn	0.1	6.88	7.5
Fe	0.8	15.7	22.3
Cu	0.49	0.41	0.23
Pb	0.14	0.003	0.002
Cd	0.053	0.001	0.028
Zn	0.3	0.27	0.16
Anionic Surfact.	0.08	0.025	0.18
COD	252	890	1260

Anionic Surfact.: Anionic surface active agents

浸出水は廃棄物堆積場西南側の岩盤漏水およびその溜り水で、ミミズ養殖池の南側の集水池から浸出しているものと考えられる (Table 2 a)。堆積場西南部の岩盤漏水ではNi 0.26~0.7 mg/L, Cu 0.41~0.49 mg/L, Pb 0.003~0.14 mg/L, Cd 0.001~0.053 mg/L, Zn 0.27~0.3 mg/Lであった。平常時は堆積場からの排水量は少量で生物影響も少ないと考えられるが、多量の降雨や暴風時などには場内の有害物質の漏出の影響も懸念される。漏水のCODはいずれも含有量が高く、以前に調査した東京湾夢の島の浸出水濃度とほぼ同値であり [11]、基準値160 mg/Lの数倍も有機物汚濁が強いことが判明した。

また陰イオン界面活性剤濃度についてみると、堆積場西南部の岩盤からの漏水および溜り水は、汚濁の進んだ児島湖流入の市街地河川水 [9] や中国の太湖に流入する五里湖の水とほぼ同濃度である [12]。

土壌は堆積場の外柵に沿って採取されるものであるが、Fe, Cuが非常に高濃度で鉄あるいは銅のカラミが混入しているものと推察された (Table 2b)。これら鉍滓混じりの土壌試料ではCu, Fe, Zn, Niが極めて高濃度で、それぞれ8.3%, 1.5%, 0.9%, 0.1%であった。これらは業者により場内立ち入りを拒まれたために西南海岸側の外周柵沿いで採取したものであり、堆積場の中ではさらに高濃

Table 2b The concentration of heavy metals of soil and shredder-dust at landfill (Aug.13.1991)

Metals (mg/kg in dry)	Samples					
	Soil		bottom-mud		Soil	
	B 3	B 2	B5 (site)	B1	B 3	B 6 *
Ni	8.13	6.75	9.99	9.75	228	1280
Cr	2.38	1.25	2.75	2.25	131	855
Mn	20.3	148	80.5	325	6.88	6.23
Fe	1310	2500	1520	230	4240	15000
Cu	34.5	3.50	56.0	5.25	5600	83000
Pb	1.0	6.0	1.51	2.50	1510	479
Cd	0.5	0.3	0.9	0.8	12.1	0.08
Zn	159	5.0	184	68.8	1550	9040

B6*: in the landfill upper B1

Table 2c The concentration of heavy metals of small animals at seaside of landfill (Aug.13.1991)

Samples (Sites)	Metals (mg/kg in wet-matter)						
	Ni	Cr	Mn	Fe	Cu	Cd	Zn
(B1)							
Crab (L)*	12.4	0.83	187	102	55.9	1.46	30.1
(M)*	112	15.5	8.62	694	22.2	7.67	589
(S)*	18.9	0.9	31.3	324	40.3	3.59	29.2
Snail (M)	3.34	0.02	165	143	28.6	0.40	7.57
(S)	9.32	0.57	57.2	27.6	22.2	1.78	29.6
(S)*	62.1	2.77	55.5	342	30.3	4.81	38.8
(B5)							
Abalone							
(L)	9.97	3.56	0.88	70.1	2.28	7.13	92.6
(M)	7.36	0.07	20.3	328	59.3	0.70	38.8
(S)	2.93	1.30	277	525	39.5	1.47	44.4
Ligia *							
Exotica	9.96	8.10	6.23	283	274	7.47	202
Lugworm	7.20	2.05	798	0	475	0.05	40.0

Crab: (L), (M), (S) is 6.0g, 4.2g, and 1.3g, respectively.

Snail: (M), (S) is 2.1g and 1.5g, respectively.

Abalone: (L), (M), (S) is 8g, 5.1g and 2.8g, respectively.

Ligia exotica: 4.9g, Lugworm: 1.8g

度の土壌や鉍滓があると推定された。すなわちほぼ同じ時期に香川県公害課が場内立ち入り調査を行った分析結果では [8]、シュレッダーダスト焼成灰はFe 14%, Cu 11%, Al 2.7%, Zn 7.4%, Ni 0.3%と報告されている。さらにニッケル原料焼成灰はFe 0.4%, Ni 36%, その他の金属回収原料焼成灰はFe 0.86%, Cu 18%, Al 1.7%, Zn 0.6%と報告されており、いずれも我々の調査結果よりもさらに高濃度の廃棄物が堆積場内にあることが判明した。一方、北部海岸の溜り水中についてはいずれの金属も排水基準値以下の濃度であったが、Mn, Feはやや高濃度であった。因みにメッキ工場汚染が指摘された諏訪湖の湖水に比べこれらの金属は数倍から数十倍高濃度である [10]。西南部の海岸の底泥では特に高濃度のものは認められず、Fe 1,310~2,500 mg/kg,

Zn 5~184 mg/kgの濃度範囲であった。これらは金属汚染が指摘された諏訪湖底泥に比べるとやや高濃度である。また東京湾の夢の島の汚泥中のFe 13,000 mg/kg, Zn 50 mg/kgと比べるとFeは低濃度であったが, Znはやや高い濃度であった。

しかし, 堆積場西南部のシュレッダーダストではCu 83,000 mg/kg, Fe 15,000 mg/kg, Zn 9,000 mg/kg, Ni 1,280 mg/kgと高濃度含有量を示し, 堆積場の重金属汚染が深刻であることがわかる。

またカニ, 巻貝, アワビではNi, Cr, Cuがメッキ工場の排水影響があった諏訪湖の貝類とほぼ同程度であり, Cdは2~3倍の濃度であった (Table 2c)。フナムシはCd 7.4 mg/kg, Cu 274 mg/kgなど埋立地汚染の影響を受けていると推察された。しかし, Table 2a, Table 2bに示した浸出水や底泥は比較的low濃度であることから, フナムシは行動範囲が広く堆積場内の汚染影響を受けた可能性もあると推測された。海藻類は廃棄物堆積場からの漏水, 排水量は極めて少ないことから海水の干満の影響の方が大きいと考えられる。しかし海草による濃縮が大きい元素であるFeはFe 585~2,620 mg/kgとやや高濃度であった (Table 2d)。

Table 2d The concentration of heavy metals of seaweeds at seaside of landfill (Aug.13.1991).

Samples (Sites)	Meatls (mg/kg in wet-matter)						
	Ni	Cr	Mn	Fe	Cu	Cd	Zn
(B5)							
Wakame Seeweed	1.79	0.60	23.9	778	78.7	0.42	9.84
Eelgrass Seeweed	1.86	0.35	165	585	29.9	0.01	7.57
Gelidium amansii	9.10	0.66	7.50	2620	20.4	0.87	22.2

3.3 1994年2月の調査結果

Table 3に示す採取試料は地元住民が立ち入り調査の権限で廃棄物堆積場に直接入り採取したものである。鉍滓は西岸側の焼却場横の地点, シュレッダーダストは北部の傾斜にさしかかる地点での採取である。溜め水は北海岸の遊水溜りであり, ヘドロはその東100mの地点で堆積層の調査地点の地下3mで採取したものである。

溜り水ではCu, Ni, Feがやや高濃度であったが, ヘドロは極めて高濃度を示し, Cu 420~10,000 mg/kg, Fe 400~74,000 mg/kg, Zn 4,700~6,500 mg/kgであり, 最高濃度はPb 3,300 mg/kg, Cd 30.7~1,000 mg/kg, Ni 390 mg/kgであった。またヘドロの上水中でもCu 388 mg/L, Fe 1,480mg/Lと

Table 3 The concentration of heavy metals of water,slag, black sludge and shredder-dust at landfill (Feb 19,1994).

Samples	Metals (mg/kg in dry-matter)						
	Ni	Cr	Fe	Cu	Cd	Pb	Zn
(C1)							
Water*	1.80	0.28	6.56	4.7	0.04	1	1.28
	1.90	0.36	6.80	5	0.2	0.9	1.21
(C2)							
Sludge	35.5	44.3	9700	427	0.89	690	6500
	186	167	6200	1630	65	680	4700
	390	420	74200	10600	290	3300	5700
Sludge							
Water	30.4	6.0	1480	388	9.2	118	366
(C3)							
Slag	92.0	190	342000	4800	93.8	1070	8200
	78.8	213	338000	4900	94.5	826	7260
	86.1	246	384000	3740	109	970	10400
(C4)							
Sh.dust*	181	166	69000	1640	59	1460	3390
	264	220	58400	16700	85.4	2760	4200
	333	417	74200	2560	222	2560	4100

Sh.dust*: Shredder-dust

高濃度であった。鉍滓は, Feは34~38%, Zn 0.7~1%, Cu 0.37~0.48%の極めて高濃度を含有しており明らかに金属カスであることがわかる。またシュレッダーダストはFe 5.8~7.4%, Cu 0.16~1.7%の含有量であり, Zn, Pb, Cd, Ni, Crともに高濃度であることが判明した。これは金属カラミなどが搬入され混在したものと推定される。因みに安中市の亜鉛精錬所の排煙影響の大きい隣接する畑表層土壌中では, Cd 31 mg/kg, Zn 1,600 mg/kg, Pb 510mg/kgの濃度である [13]。なお, 表からは省いたがMnは鉍滓で最も高く, 次いでヘドロ, シュレッダーダストの順であり, それぞれ 800~900 mg/kg, 590~670 mg/kg, 110~660mg/kgであった。またヘドロの上水中でもMn 60 mg/kgと高濃度であった。

摘発後の1991年~1992年の間に特別有害廃棄物の撤去が業者により行われ, 香川県廃棄物対策課の報告 [8] ではニッケル含有泥はドラム缶約1,400本およびフレコンバック22袋, 廃油はドラム缶289本, 焼却灰約721トンの他, 廃酸ドラム缶5本, 鉄屑約40トン, 醤油油ドラム缶147本, 醤油汚泥約140トン, 廃油ドラム缶約80本等がこの時点までに搬出されたと推計している。1994年以降の調査はこれらが島外に搬出された後であり, 初期に比べてミズ養殖池付近の汚染状況が大きく変化した時期のものである。

3.4 1994年8月の調査結果

摘発後に行われた廃棄物の覆土処理などの影響

を知るために植物および魚介類の調査を行った結果をTable 4aに示した。巻貝では非汚染値に比べてNi, Cr, Fe, Mn, Cdが数倍の高濃度であった。北海岸は西海岸に比べ沿岸生物中の重金属は高濃度の傾向が見られ、汚水溜りの水の影響が出ているものと推測された。磯ガニではMn, Cdが、カキではNi, Mn, Fe, Cu, Cdが高濃度に集積していることが認められた。タカノツメではMn, Fe, Pbは対照に比べて高濃度のものが認められ、廃棄物の主要金属であるFe, Mn, Cu, Niの影響が出ていると推察されたが、1991年と比べやや低濃度であった。

また覆土による植物体への重金属影響を知るために、1994年にヨモギとシロタデを指標植物として堆積場の北西地点および中央地点と非汚染地(豊島中央部)とを調査比較した(Table 4b)。廃棄物の分布は一律でなく場所による変動があるために平均は求めず各々3点の試料による比較とした。堆積場のヨモギではPb, Cd, Znが非汚染地に比べ明らかに高濃度を示し、Crもやや高濃度の傾向にあった。

またシロタデではCr, Mn, Cu, Zn等の金属が顕著な高濃度集積を示し、Fe, Cdもやや高濃度であった。埋立地表面は覆土整地の影響で極めて水分の

少ない状態であったために、植物の種類も少なく生育も不良で重金属集積の影響は判定が難しく、覆土による初期の影響調査を行った結果となった。しかし、覆土の下は廃棄物で埋め尽くされており埋立地の重金属汚染が解消されたということではない。今後は溜め水周辺などでの重金属の影響調査が必要と思われる。

4. おわりに

廃棄物処理場からの排水には多種類の有害物質が含まれており、浸出水が生物や生態系に及ぼす総合的な影響評価も重要である。これらに関しては報告も多い[14-16]。今後この種の汚染を防ぐためにはバイオアッセイによる毒性影響を知るとともに、化学分析により有害物質の特定が非常に重要となる。

豊島の例のみならず違法の廃棄物堆積場では当事者による様々なカモフラージュが施されることもあり、明らかな実態は見えにくいことも多い。周辺生物への影響を最小限に抑えるために雨水排水溝、廃水処理装置の設置などを提案したほか、廃棄物処理については次善の策として中間処理を

Table 4a The concentration of heavy metals of some shell and oyster at north and west seaside of the landfill. (Aug 3, 1994)

Metals (site)	Sample (mg/kg in dry matter)			
	S.crab	Oyster	Snail	Takanotsume
Ni (D2)	2.62	0.86	5.34	2.02
(D1)	2.07	0.52	0.77	1.81
(C)*	0.63	0.51	1.46	2.07
Cr (D2)	6.78	0.76	1.81	2.83
(D1)	5.67	0.66	1.62	5.41
(C)	3.19	0.84	1.66	5.26
Mn (D2)	225	172	93	107
(D1)	53	40	80	234
(C)	68	70	40	31
Fe (D2)	1460	372	1270	1340
(D1)	1700	97	202	618
(C)	470	142	248	363
Cu (D2)	110	75	720	22
(D1)	120	104	1140	14
(C)	158	118	670	23
Pb (D2)	0.51	20.9	0.33	7.68
(D1)	0.12	20.6	0.01	0.39
(C)	0.41	0.001	3.94	0.72
Cd (D2)	5.4	2.59	0.76	2.52
(D1)	0.61	2.92	25.2	13.6
(C)	0.71	0.02	0.09	7.09
Zn (D2)	72	58	2790	500
(D1)	82	83	1970	4300
(C)	63	69	2500	1240

Table 4b The concentration of heavy metals of some shell and oyster at north and west seaside of the landfill. (Aug 3, 1994)

Metals (mg/kg in dry)	Samples				Control*	
	Mugwor		Knotweed		Mugwort	Knotweed
	C4	C2	C4	C2	Center of island	
Ni	1.94	2.62	0.43	1.46	3.19	0.46
	2.47	0.5	0.08	0.75	3.68	0.69
	0.28	3.99	14.7	3.76	2.84	6.02
Cr	7.27	6.17	2.77	2.21	2.65	1.23
	4.89	2.26	1.26	1.91	2.01	0.71
	0.87	12	18.9	11.1	5.14	2.51
Mn	61	277	93	24	120	72
	37	61	6	12	109	39
	4	99	191	58	66	45
Fe	580	365	115	217	640	131
	504	204	17	119	1100	230
	130	980	1346	2460	840	520
Cu	34	57	13	22	30	14
	16	8	3	20	15	8
	14	138	560	378	31	26
Pb	198	7.2	0.16	0.25	10.3	18.6
	14	4.5	0.04	1.82	3.98	3.80
	9.7	64	2.15	54	0.62	4.83
Cd	2.37	1.18	0.36	1.18	0.09	1.07
	4.8	4.03	0.07	4.03	0.06	1.88
	0.19	6.87	2.66	6.87	0.83	0.52
Zn	350	233	172	189	34	54
	620	158	72	129	34	51
	32	389	1200	314	14	31

提案したが、豊島の住民は廃棄物の島外搬出を早い時期から選択し、調停により結果的として西隣の直島で産業廃棄物中間処理事業が平成15年6月より開始される見通しとなった。県外産業廃棄物の無害化処理に400億円以上もの膨大な費用が見込まれることが香川県から発表された。残念なことに豊島の教訓は生かされず青森県、岩手県境に豊島の規模を大きく超える約80万トンの産業廃棄物の不法投棄事件が今年発覚した。廃棄物は人間活動に伴う必然でもあり避けて通れない課題でもある。廃棄物規制のみでの問題解決は難しく、今後も広域的不法投棄が続発する可能性も大きい。リサイクル技術はもちろんのこと、今後はさらに廃棄物量の抑制システムの構築に英知をそそぐ必要があることをあらためて痛感する。

本調査研究の現地での試料採取ならびに試料提供にあたり豊島住民の安岐正三氏、石井亨氏はじめ山陽放送の曾根英二氏に大変お世話になった。また本調査の一部は財団法人大原奨農会研究助成費の援助により行われた。ここに記して謝意を表す。

文 献

1. M. Loizidou and E.G.Kapentanos. Effect of leachate from landfills on underground water quality. *The Sci.Total Environ.* 128, 69-81 (1993)
2. A. Yasuhara. Chemical components in leachates from hazardous waters landfills in Japan. *Toxicol. Environ. Chem.* 51,113-120(1995).
3. T.Furuichi, K.Ishii, Y.Terao, and K.Morishita. Develop -ment of a diagnostic for soil and groundwater contamination and its application to the inappropriate storage sites (in Japanese). *Haikibutsu-gakkaishi* 11, 80- 86(2000).
4. Y.Hasuike,M.Sasaki, Y.Yamazoe and S.Okuda, Detection and identification of organic substances by GC/MS spectrophotometry. Part 7. Leachate from final disposal sites for industrial waste. *Nara-Ken Eisei Kenkyusho-Nenpo*, 21, 75-80 (1987).
5. J.M.Lema,R.Mendez and R.Blszquez, Characteristics of landfill leachates and alternative for their treatment: A review. *Water, Air, Soil Pollut.* 40, 223- 250 (1988).
6. H.Kakegawa,J.Terasawa, T.Tsukioka and F. Kondo. Study on the behavior of 1,4-dioxane in groundwater. *Kankyō Kagaku*, 3, 376-377(1993).
7. Society of Environmental Chemistry, Japan. Introduction of references for the industrial waste (in Japanese). *Environ. Chem.* 6, 146-156 (1996).
8. Kakegawa Pref. The present situation for removal of industrial waste from landfill of Teshima Island. Report of Kagawa Pref. Mar.31 (1993).
9. S.Muramoto, I.Aoyama, A.Kungolos, K.Hashimoto. Distri-bution and fate of surface active agents in river and lake water, affected by domestic and agricultural wastewater in an area in Japan. *J.Environ. Sci. Health.A-31*, 205 -215 (1996).
10. J.Kobayashi, F.Morii.,S.Muramoto, S.Nakashima. Heavy metal pollution in L.Suwa (in Japanese). *Yosui-to-Haisui* 13, 809-814 (1971) .
11. M.Kusumoto, H.Yagi, S.Muramoto , H.Siozawa, K. Kuniyasu. Survey of the properties soil and percolation. of refuse disposal plant of Tokyo bay, and the treatment by the new method of soil reduction (in Japanese), *Kogai-to-Taisaku* 15, 1239- 1246 (1978).
12. S.Muramoto,F.Kubota,X.Song, G.Zou and W.Agata, Water quality of L.Taihu in china and the possibility of water cleaning by plant floating culture system (in Japanese), *Environment Research and Control*, 23,17-21 (2001).
13. J.Kobayashi,F.Morii, S.Muramoto, S.Nakashima, K.Seto, T.Yoshimoto, Effects of air and water pollution on agricultural products by Cd, Pb, and Zn attributed to a mine refinery in Annaka City, Gunma Prefecture, *Nogaku Kenkyuu*, 53, 215-228 (1970).
14. R.Kaur, B.Buckley, K.R. Cooper. Toxicity test of Nanjyi island landfill (Soul, Korea) leachate. *Bull. Environ. Contam.Toxicol* 57,84-90 (1996).
15. W.R.Ernst,P.Henniga,K.Doe,S.Wad,and G.Julie.Characterization of the chemical constituents and toxicity to aquatic organisms of a municipal landfill leachate. *Water Poll. Res.J.Canada* 29,89-101 (1994).
16. H.Okamura,R.Luo,I.Aoyama, D.Liu, and G.Pers of the hazard of landfills through toxicity to one. Ecotoxicity assessment of landfill of leachates using a battery of bioassay and toxicity characterization of the leachates (in Japanese). *Jpn. J. Environ. Toxicol.* 1, 43 -50 (1998).