

岡山県における農用地土壌，農作物および かんがい水中の重金属濃度について

小野芳郎・平岡正夫・木村洋二・川中弘二・繁田充保

Heavy Metals Concentration of Soils, Crops and Irrigation Water
on Agricultural Land in Okayama Prefecture

Yoshiro ONO, Masao HIRAOKA, Yoji KIMURA,
Koji KAWANAKA and Michiyasu SHIGETA

緒 言

1970年，農用地土壌の汚染防止，特定有害物質の除去および汚染農用地の利用の合理化等を図ることにより，国民の健康の保護と生活環境の保全に資する目的で，「農用地の土壌の汚染防止等に関する法律（以後，文中では土壌汚染防止法と略称する）¹⁾」が制定された。

この法律に基づき，本県においても土壌，農作物，かんがい水中の重金属濃度，さらにはそれらの経年変化の状況を明らかにするため1971～1978年の8カ年にわたって，県下全農用地を対象に重金属類概況調査を実施したので，その結果を報告する。

本調査の実施およびとりまとめにあたり，元場長松本蕃，元次長湯村寛，化学部長大森正の各氏に多大のご指導，ご助言をいただいた。深く謝意を表する。

調 査 方 法

1. 調査密度および地点の選定

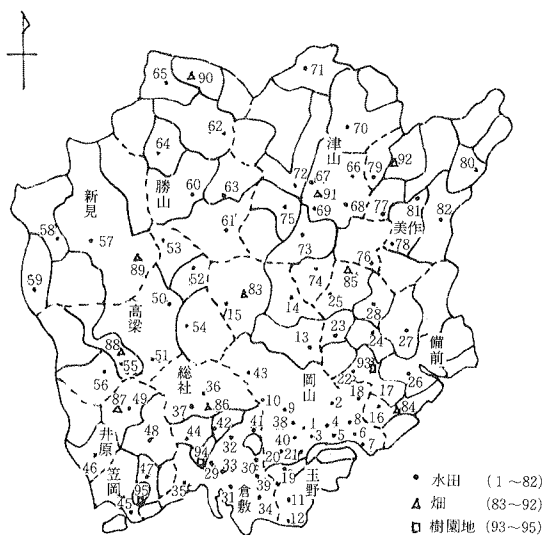
調査地点は，地形，土壌，用水系統および汚染源の位置等を考慮し，水田では1,000 ha に1点，普通畑および樹園地では，2,000 ha に1点を原則として，水田82，普通畑10，樹園地3の計95地点を選定した。これらの県内における分布を第1図に示した。各調査地点の概要は付表-1のとおりである。また，地域別に調査地点の概要を示すと，第1表のとおりである。

2. 調査試料の採取および調整

土壌は，毎年収穫期に調査地点に選定されたほ場の中央部において0～15 cm までの表土を約1 kg 採取し，風乾後，2 mm の非金属製ふるいを通したものを分析した。

農作物については，土壌の採取位置において，水田では水稻20株を刈取り，風乾調整して玄米を，普通畑および樹園地においては，土壌の採取時期に栽培されているものの可食部を1～2 kg 採取し，乾燥後，粉碎し，分析した。

かんがい水は，毎年夏，調査水田のかんがい水として利用されている河川，池等の取水地点で表流水を1日3



第1図 調査地点（図中の数字は地点No.を示す）

回，各1ℓずつ採取し，これを混合して分析した。

1971～1974年の3カ年は，全地点からそれぞれ分析試料を採取し重金属濃度を測定したが，3カ年の結果から総括的にみて年次変化が少ないので，1974年以後は毎年1／3の地点数について順次測定を行うように改めた。

3. 分析方法

試料の分析方法は，「土壌保全対策事業における重金属類等の分析法⁷⁾」，「土壌および作物体中の重金属の分析法¹²⁾」，「JIS K 0102⁶⁾」によって行った。なお，カドミウム，銅，ヒ素の分析は土壌汚染防止法によって指定された検定法¹¹⁾にしたがった。

分析項目とその分析法の概要は次のとおりである。

土壌中のカドミウム，亜鉛，銅は0.1規定塩酸浸出法，鉛は1規定酢酸アンモニウム（pH 4.5）浸出法で処理したものを原子吸光法で測定した。

ヒ素は1974年までは過塩素酸分解法，その後は1規定

第1表 地域別調査地点概要

地目	地 域 区 分(郡, 市)	点数	主 な 土 壌 型	備 考
水	岡山(岡山, 玉野, 御津, 邑久, 児島)	24	グライ土, 灰色低地土, 灰色台地土	都市, 工場排水
	東備(備前, 赤磐, 和気)	7	灰色低地土, グライ土, 褐色低地土	同 上
	倉敷(倉敷, 総社, 都窪, 浅口, 吉備)	13	グライ土, 灰色低地土, 褐色低地土	同 上
	井笠(笠岡, 井原, 浅口, 小田, 後月)	5	灰色低地土, 黄色土, グライ土	同 上
	高梁(高梁, 上房, 川上)	7	灰色台地土, グライ台地土, 黄色土	—————
	阿新(新見, 阿哲)	3	多湿黒ボク土, 黒ボクグライ土, 灰色低地土	—————
田	真庭(真庭)	6	多湿黒ボク土, 黄色土, 灰色低地土	—————
	津山(津山, 苫田, 久米)	11	灰色低地土, グライ台地土, 灰色台地土	—————
	勝英(勝田, 英田)	6	灰色低地土, 灰色台地土, 多湿黒ボク土	—————
	畑 県内全域	10	黒ボク土, 褐色森林土, 黄色土	—————
樹園地	東備, 倉敷, 井笠	3	黄色土, 灰色低地土	農薬の使用が多い

塩酸浸出法で処理後ピリジン—AgDDC 比色法, または原子吸光法により測定した。農作物のうち, カドミウムは硫酸, 硝酸分解—DDTC—MIBK 抽出原子吸光法, 鉛は硝酸, 過塩素酸分解—APDC—MIBK 抽出原子吸光法, ヒ素は硫酸, 硝酸分解—ピリジン—AgDDC 比色法, または原子吸光法により測定した。

かんがい水はけん濁物を除き, 10~25倍に濃縮し, 硫酸, 過塩素酸によって有機物を分解したものを上記の方法に準じて各重金属を測定した。

農作物, かんがい水については現物中の ppm, 土壌については乾土中の ppm でそれぞれの濃度を表示した。

調 査 結 果

土壌, 農作物およびかんがい水中の重金属濃度に関する基準的な値は, 必ずしも明確ではないが, さきに農林省がとりまとめた全国の土壌汚染防止対策調査のうちの重金属類概況調査^{8,9,10)}の結果(以後, 文中では全国平均値と略称する)と比較して, 本県の土壌中重金属濃度の現状を明らかにし, 同時に農作物およびかんがい水中の重金属濃度について検討した。

1. 土壌中の重金属濃度

年度別の土壌中重金属濃度と全国平均値を第2, 3表に示した。

各重金属濃度の年度別平均値をみると, カドミウムは水田0.39~0.49 ppm, 畑0.30~0.68 ppm, 樹園地0.20~0.36 ppmの範囲にあって, これらの濃度は全国平均値の水田0.4~0.42 ppm, 畑0.28~0.3 ppm, 樹園地0.34~0.4 ppmに比べて, 水田および畑がやや高い値を示した。水田土壌中の濃度は渋谷⁴⁾の全国水田土壌53地点の平均0.45 ppm(過塩素酸分解)と比べても, 差がなかった。県内の最高値は, 玉野市の水田土壌(No.12)で3.4 ppmであった。

亜鉛は水田12.8~21.7 ppm, 畑13.5~20.7 ppm, 樹園地5.1~25.9 ppmの範囲にあって, 全国平均値の水田13.8

~15.2 ppm, 畑10.29~10.4 ppm, 樹園地22.9~26.84 ppmに比べて, 水田, 畑は高く, 樹園地は低かった。県内の最高値は鏡野町の水田土壌(No.72)で12.5 ppmであった。

銅は水田9.9~15.3 ppm, 畑1.2~7.7 ppm, 樹園地1.1~36.6 ppmの範囲にあって, 全国平均値の水田8.8~9.1 ppm, 畑2.6~2.95 ppm, 樹園地23.77~24.5 ppmに比べて, 水田, 畑は高く, 樹園地は低かった。県内の最高値は79.1 ppmで, これは津山市の水田土壌(No.68)であった。

鉛は水田7.1~11.3 ppm, 畑2.6~4.3 ppm, 樹園地1.4~3.1 ppmの範囲にあって, 全国平均値の水田6.0~6.7 ppm, 畑2.8~3.0 ppm, 樹園地17.3~21.9 ppmに比べて, 水田, 畑は高く, 樹園地は低かった。県内の最高値は47.1 ppmで高梁市の水田土壌(No.51)であった。

全ヒ素は水田5.5~5.8 ppm, 畑8.8~13.0 ppm, 樹園地6.1~6.8 ppmの範囲にあって, 全国平均値の水田8.5~9.4 ppm, 畑9.4~9.5 ppm, 樹園地20.4~22.6 ppmに比べて, 畑は同程度であり, 水田, 樹園地は明らかに低かった。可溶性ヒ素は水田1.7~2.2 ppm, 畑0.9~2.3 ppm, 樹園地0.5~3.0 ppmの範囲にあった。これらの地目別の全国平均値は不明であるが, 1974年に農林省が全地点の2割の地点を調査した全国平均値¹⁰⁾1.762 ppmに比べて, いずれも同程度の値を示した。県内の最高値は, 全ヒ素26.9 ppm, 可溶性ヒ素9.8 ppmでどちらも高梁市の水田土壌(No.51)に認められた。

水田土壌におけるカドミウム濃度と亜鉛, 銅, 鉛, 全ヒ素濃度との関係は第4表にみられるとおり, 鉛ならびに銅とは相関が比較的高いが, 亜鉛および全ヒ素との関係は明らかでなかった。

年度別濃度の変化は, 各調査地点ともほとんど認められなかった。調査地点別の8ヵ年の平均濃度を付表-2に示した。同表から8ヵ年の平均値を調査地点別にみると, 水田ではカドミウム, 鉛, 可溶性ヒ素は玉野市(No.12), 亜鉛は鏡野町(No.72), 銅は津山市(No.68), 全ヒ素

第2表 年度別土壤中重金属濃度(乾土中ppm)

地 目	年 度	Cd		Zn		Cu		Pb		As	
		平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高
水 田	1971	0.44±0.43	3.4	17.93±17.15	125.0	9.87± 9.37	63.3	—	—	—	—
	1972	0.42±0.31	2.8	15.81±11.08	53.0	10.06± 9.53	65.2	7.41±5.46	38.0	5.47±4.08	26.9
	1973	0.44±0.29	2.6	18.32±14.31	87.7	11.76±11.31	79.1	6.85±4.71	30.5	5.70±2.82	14.2
	1974	0.39±0.13	0.9	14.17± 8.94	47.3	11.05±11.84	66.9	7.09±3.76	18.3	5.78±2.77	13.2
	1975	0.49±0.45	2.7	21.66±16.22	76.2	12.48±11.43	63.5	11.32±10.67	47.1	2.21±2.36	9.8
	1976	0.43±0.25	1.5	17.18±11.49	50.2	10.38± 7.73	45.5	8.42±5.80	32.8	1.82±1.25	5.0
	1977	0.41±0.13	0.7	14.14± 9.71	39.0	10.83± 9.72	50.5	7.13±4.80	27.5	1.73±0.81	3.7
	1978	0.48±0.35	2.1	12.84± 9.26	52.0	15.31±13.60	65.0	9.45±6.93	38.0	2.04±1.27	5.6
	全期間	0.44±0.29	3.4	16.82±10.33	125.0	10.93± 9.83	79.1	7.78±5.59	47.1	1)5.60±3.20 2)1.90±1.33	26.9 9.8
畑	1971	0.36±0.18	0.6	17.12±11.94	39.5	2.18± 2.34	7.8	—	—	—	—
	1972	0.37±0.18	0.6	14.28± 8.98	29.5	2.56± 3.07	10.4	2.65±1.37	5.8	8.83±7.22	21.3
	1973	0.46±0.20	0.7	19.15±11.74	33.8	3.95± 6.54	21.6	2.77±0.97	4.2	9.21±2.62	12.7
	1974	0.47±0.21	0.7	17.83± 9.65	30.3	1.23± 0.13	1.4	3.80±1.69	6.0	13.03±5.19	19.6
	1975	0.58±0.15	0.8	18.90± 7.31	28.0	3.75± 4.36	11.0	4.33±1.15	6.0	2.25±2.30	6.2
	1976	0.30±0.14	0.5	17.60± 6.58	23.4	1.93± 1.33	3.2	2.60±0.57	3.1	0.90±0.36	1.2
	1977	0.47±0.13	0.6	20.67± 2.90	24.5	2.90± 0.86	3.9	4.00±1.44	5.6	2.10±0.54	2.8
	1978	0.68±0.18	0.9	13.48±12.07	33.0	7.70± 6.41	18.1	3.90±0.97	5.0	1.75±1.56	4.4
	全期間	0.43±0.17	0.9	16.87± 7.40	39.5	3.11± 2.97	21.6	3.13±1.07	6.0	1)9.20±1.54 2)1.61±1.12	21.3 6.2
樹 園 地	1971	0.20±0.00	0.2	19.80± 8.29	28.5	9.23± 2.72	12.3	—	—	—	—
	1972	0.20±0.10	0.3	12.07± 5.28	15.6	8.13± 2.48	10.8	3.13±2.00	5.4	6.80±3.36	10.3
	1973	0.23±0.06	0.3	17.37± 5.17	23.3	7.30± 4.43	11.4	2.33±0.87	3.3	6.13±2.47	8.2
	1974	0.36		21.40		4.47		1.54		6.60	
	1975	0.35		25.85		28.25		2.64		0.63	
	1976	0.25		12.73		6.02		6.45		0.61	
	1977	0.35		9.52		1.14		1.42		3.02	
	1978	0.30		5.14		36.60		2.73		0.54	
	全期間	0.26±0.05	0.4	16.00± 1.27	28.5	10.50± 6.68	36.6	3.03±1.48	6.5	1)6.40±2.14 2)1.40±1.13	10.3 3.0

注) 1. σ:標準偏差

2. Asの 1)は全ヒ素(1972~1974), 2)は可溶性ヒ素(1975年以降)

第3表 年度別土壤中重金属濃度(全国, 乾土中ppm)

地 目	年 度	Cd		Zn		Cu		Pb		As	
		平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高
水 田	1971	0.42	15.0	14.54	451.7	9.08	570.4	—	—	—	—
	1972	0.41±0.53	13.5	13.8±24.0	710.0	8.8±15.2	382.5	6.0±37.4	1,949.0	9.4±15.0	449.2
	1973	0.4	13.8	15.2	666.1	9.1	338.6	6.7	1,667.7	8.5	480.1
畑	1971	0.28	6.7	10.29	230.3	2.95	75.2	—	—	—	—
	1972	0.29±0.31	7.0	10.3±15.9	298.1	2.6± 5.2	64.3	2.8±10.2	256.4	9.4±10.7	173.1
	1973	0.3	7.5	10.4	297.6	2.6	61.3	3.0	332.5	9.5	206.0
樹 園 地	1971	0.34	3.0	26.84	223.9	23.77	376.4	—	—	—	—
	1972	0.35±0.40	3.2	23.0±14.8	149.9	24.5±43.3	320.3	17.3±47.2	490.3	20.4±42.1	309.9
	1973	0.4	2.3	22.9	167.0	24.4	369.0	21.9	347.2	22.6	302.1

は高梁市(No.51)の各地点, 普通畑では, カドミウムは新見市(No.89), 亜鉛は吉井町(No.85), 鉛および全ヒ素は津山市(No.91), 銅および可溶性ヒ素は総社市

(No.86)の各地点, 樹園地ではカドミウムおよび可溶性ヒ素は瀬戸町(No.93), 亜鉛および鉛は里庄町(No.95), 銅および全ヒ素は船穂町(No.94)の各地点において濃

第4表 水田土壌におけるCd濃度(x)と
Zn, Cu, Pb, As 濃度(y)との相関(1973)

Zn	$y = 16.56x + 11.12$	$r = 0.336$
Cu	$y = 23.88x + 0.80$	$r = 0.612$ ※※
Pb	$y = 10.03x + 2.47$	$r = 0.617$ ※※
As	$y = 3.45x + 4.19$	$r = 0.355$

注) 濃度は ppm で示す。※※は 1% 有意差

度が高かった。

2. 農作物中の重金属濃度

年度別の農作物中重金属濃度と全国平均値は，第5表のとおりである。

県下の農作物可食部中の重金属濃度を全国平均値と比べると，玄米，畑作物（野菜），果実（ブドウ）ともすべてのものが同程度，ないしは低かった。

第5表 年度別農作物中重金属濃度（現物中 ppm）

試料	年 度	Cd		Pb		As		
		平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高	
岡山県	玄米	1971	0.06±0.04	0.18	———	—	———	—
		1972	0.07±0.06	0.31	0.14±0.09	0.45	0.06±0.04	0.21
		1973	0.09±0.05	0.29	0.12±0.04	0.23	0.10±0.04	0.21
		1974	0.08±0.05	0.27	0.11±0.05	0.28	0.08±0.03	0.18
		1975	0.08±0.06	0.24	0.15±0.05	0.27	0.14±0.08	0.34
		1976	0.09±0.07	0.31	0.17±0.07	0.27	0.07±0.03	0.13
		1977	0.12±0.08	0.25	0.15±0.05	0.29	0.08±0.06	0.21
		1978	0.13±0.07	0.33	0.16±0.06	0.28	0.12±0.06	0.27
		全期間	0.09±0.05	0.33	0.14±0.04	0.45	0.09±0.01	0.34
岡山県	畑作物	1971	0.03±0.02	0.08	———	—	———	—
		1972	0.03±0.03	0.08	0.05±0.05	0.18	0.03±0.02	0.07
		1973	0.03±0.02	0.09	0.03±0.02	0.08	0.01±0.01	0.03
		1974	0.04±0.05	0.10	0.00±0.00	0.01	0.01±0.00	0.01
		1975	0.03±0.02	0.05	0.02±0.01	0.02	0.01±0.01	0.02
		1976	0.03±0.02	0.05	0.02±0.01	0.04	0.01±0.00	0.01
		1977	0.03±0.01	0.04	0.03±0.02	0.05	0.01±0.00	0.01
		1978	0.03±0.03	0.07	0.01±0.01	0.01	0.02±0.01	0.03
		全期間	0.03±0.01	0.10	0.03±0.03	0.18	0.02±0.01	0.07
岡山県	果実	1971	0.01±0.01	0.02	———	—	———	—
		1972	0.01±0.00	0.01	0.03±0.01	0.04	0.01±0.00	0.02
		1973	0.02±0.02	0.05	0.02±0.01	0.02	0.01±0.01	0.02
		1974	0.00	—	0.05	—	0.01	—
		1975	0.00	—	0.05	—	0.00	—
		1976	0.01	—	0.01	—	0.01	—
		1977	0.03	—	0.01	—	0.01	—
		1978	0.03	—	0.02	—	0.01	—
		全期間	0.01±0.01	0.05	0.02±0.00	0.05	0.01±0.00	0.02
全国	玄米	1971	0.10	2.17	———	—	———	—
		1972	0.10±0.09	0.95	———	—	———	—
		1973	0.10	3.25	0.20	2.11	0.16	2.20
	畑作物	1971	0.06	0.93	———	—	———	—
		1972	0.04	0.53	———	—	———	—
		1973	0.04	0.46	0.34	10.34	0.05	1.00
	果実	1971	0.03	0.75	———	—	———	—
		1972	0.02	0.13	———	—	———	—
		1973	0.02	0.42	0.16	4.67	0.02	0.51

カドミウムは玄米0.06~0.13 ppm, 畑作物0.03~0.04 ppm, 果実0.01~0.03 ppm の範囲にあつて, 全国平均値の玄米0.10 ppm, 畑作物0.04~0.06 ppm, 果実0.02~0.03 ppm に比較して, 玄米中の濃度は同程度であり, 畑作物, 果実は低かった。県内の最高値は1978年度調査における玉野市の玄米 (No.12) で0.33 ppm であった。

鉛は玄米0.11~0.17 ppm, 畑作物0.00~0.05 ppm, 果実0.01~0.05 ppm の範囲にあつて全国平均値の玄米0.20 ppm, 畑作物0.34 ppm, 果実0.16 ppm に比較していずれも低かった。県内の最高値は, 北房町の玄米 (No.53) で0.45 ppm であった。

ヒ素は玄米0.06~0.14 ppm, 畑作物0.01~0.03 ppm, 果実0.00~0.01 ppm の範囲にあつて, 全国平均値の玄米0.16 ppm, 畑作物0.05 ppm, 果実0.02 ppm に比較して, いずれも低かった。県内の最高値は, 倉敷市の玄米 (No.30) で0.34 ppm であった。

次に水田土壌中のカドミウム濃度と玄米中のカドミウム濃度との関係を第6表に示した。玄米中のカドミウム濃度と土壌中のカドミウム濃度との間には明らかな相関は認められなかった。このことは鉛, ヒ素についても同様であった。

第6表 水田土壌中の重金属濃度 (x) と玄米中の重金属濃度 (y) との相関 (1973)

Cd	$y = 0.002x + 0.079$	$r = 0.137$
Pb	$y = 0.002x + 0.111$	$r = 0.190$
As	$y = 0.002x + 0.087$	$r = 0.150$

注) 濃度は ppm で示す。

普通畑および樹園地土壌中の重金属濃度と, 畑作物可食部中の重金属濃度との関係では, 1973年の場合, 鉛では相関が $r = 0.687$ とやや高かった。しかし, カドミウム ($r = 0.341$) およびヒ素 ($r = 0.295$) との関係は明らかでなかった。

各調査地点における年度別の重金属濃度の変化は, ほとんど認められなかった。調査地点別の8カ年の平均濃度を付表-3にあげた。

同表から8カ年の平均値を調査地点別にみると, 玄米では, カドミウムは玉野市 (No.12), 鉛は有漢町 (No.52), ヒ素は鏡野町 (No.72), 畑作物 (野菜) では, カドミウムは津山市 (No.91), 鉛は美星町 (No.87), ヒ素は総社市 (No.86), 果実 (ブドウ) では, カドミウムは里庄町 (No.95), 鉛, ヒ素は船穂町 (No.94) の地点の濃度が高かった。

3. かんがい水中重金属濃度

年度別の県内のかんがい水中重金属濃度と全国平均値は, 第7表のとおりであった。

県内のかんがい水中の重金属濃度は, いずれも全国平均値を下回っていたが, 亜鉛は1975年のみやや高い値を示した。

県内の最高値は, 岡山市上中野 (No.1) の座主川における亜鉛0.57 ppm (1971年) であった。

各調査地点の年度別変化は, ほとんど認められなかった。調査地点別8カ年の平均濃度を付表-4に示した。

同表から8カ年の平均値を調査地点別にみると, カドミウムは玉野市 (No.12), 亜鉛およびヒ素は岡山市 (No.1), 銅は津山市 (No.68), 鉛は久米南町 (No.74) の地点の濃度が高かった。

全調査地点の8カ年間の平均値および最高値をみると, カドミウムは, 0.0004 ppm (最高0.0012 ppm), 亜鉛は0.033 ppm (最高0.57 ppm), 銅は0.003 ppm (最高0.036 ppm), 鉛は0.006 ppm (最高0.048 ppm), ヒ素は0.0013 ppm (最高0.010 ppm) であり, 亜鉛の1地点および銅の2地点を除くと, 他はすべて基準以下であった。

また, これら3地点の亜鉛, 銅濃度も1971年と1973年に基準をわずかに超えただけで, その後の調査では基準

第7表 年度別かんがい水中重金属濃度 (ppm)

	年 度	Cd		Zn		Cu		Pb		As	
		平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高	平均±σ	最高
岡山県	1971	0.00±0.00	0.00	0.04±0.00	0.57	0.00±0.00	0.00	—	—	—	—
	1972	0.00±0.00	0.00	0.03±0.00	0.22	0.00±0.00	0.00	0.00±0.00	0.03	0.00±0.00	0.02
	1973	0.00±0.00	0.00	0.02±0.04	0.18	0.00±0.01	0.00	0.00±0.01	0.03	0.00±0.00	0.01
	1974	0.00±0.00	0.00	0.04±0.03	0.10	0.00±0.00	0.01	0.00±0.01	0.05	0.00±0.00	0.01
	1975	0.00±0.00	0.00	0.06±0.04	0.15	0.00±0.00	0.01	0.00±0.00	0.01	0.00±0.00	0.01
	1976	0.00±0.00	0.00	0.02±0.02	0.07	0.00±0.00	0.01	0.00±0.00	0.01	0.00±0.00	0.01
	1977	0.00±0.00	0.00	0.04±0.03	0.10	0.00±0.00	0.02	0.01±0.01	0.02	0.00±0.00	0.01
	1978	0.00±0.00	0.00	0.03±0.02	0.09	0.00±0.01	0.03	0.01±0.01	0.02	0.00±0.00	0.01
	全期間	0.00±0.00	0.00	0.03±0.01	0.57	0.00±0.00	0.03	0.01±0.00	0.05	0.00±0.00	0.01
全 国	1971	0.00	0.10	0.045	2.44	0.010	0.54	—	—	—	—
	1972	0.00	0.05	0.04	1.85	0.01	4.15	0.01	0.32	0.00	0.60
	1973	0.00	0.02	0.04	1.92	0.01	1.37	0.00	0.31	0.00	0.44

以下となっている。

4. 地域別重金属濃度

地域別の重金属濃度を第8表に示した。水田土壌における各地域の重金属濃度を平均値でみると、カドミウムは高梁、岡山および倉敷地域が全国平均値よりわずかに高い値を示した。他の地域は全国平均値と同程度であった。

亜鉛は津山、勝英、高梁、岡山、倉敷および真庭の各地域が全国平均値よりやや高く、県平均も全国平均値を上回った。

銅は全国平均値に比較して高梁、津山、岡山および倉敷地域が高い傾向を示した。

鉛は高梁、倉敷、岡山、津山および真庭地域が全国平均値を少し上回ったが、他の地域は低かった。

全ヒ素は、いずれの地域でも全国平均値を下回った。可溶性ヒ素は地目別の全国平均値が不明であるが、全体に濃度が低いので、全ヒ素と同様の傾向と考えられる。

玄米中の重金属濃度をみると、カドミウムはいずれの地域も全国平均値と同程度か、もしくはそれ以下であった。

鉛およびヒ素は全地域とも低く、全国平均値以下であった。

かんがい水の重金属濃度は、すべての地域で低く、全国平均値と同程度か、それ以下であった。

このように地域別には、やや高いとみられる重金属はあるが、それらによる汚染は全く存在しなかった。

考 察

これまで、重金属濃度についての組織的な調査研究が少なかったため土壌別、作物別、地域別の濃度の高低や、年次別の推移等の比較に際して基準的な値がなく、その考察が困難であったが、本報告においては近年農林省がとりまとめた重金属類概況調査結果^{8,9,10)}の全国平均値と比較して、県内農用地における重金属濃度について検討した。この全国平均値は全国的規模のもとに同一手法で調査分析した結果得られたものであり、指標性を十分有するものと判断される。その結果、県内の土壌中の重金属濃度の平均値は全国平均値に比較して、水田土壌ではカドミウム、亜鉛、銅、鉛がやや高く、全ヒ素は低かった。普通畑土壌ではカドミウム、亜鉛、銅、鉛はわずかに県平均値が高く、全ヒ素はほぼ同程度であった。樹園地土壌では、すべての重金属が全国平均値より低かった。

地目別に土壌中の濃度を比較すると、カドミウムは水田と普通畑が同程度で濃度が高く、樹園地では低かった。亜鉛は地目間に全く差がみられなかった。銅は水田と樹園地が同程度で多く、普通畑では少なかった。鉛は水田が多く、普通畑、樹園地の順に少なかったが、可溶性ヒ素は地目間の差がほとんどみられなかった。水田では鉱山排水、工場排水、都市汚水の影響が考えられる地点で重金属濃度（カドミウム、亜鉛、銅）がやや高く、普通畑ではヒ素濃度が高い傾向を示し、樹園地（ブドウ園）

第8表 地域別重金属濃度 (ppm)

試料	分析項目	水 田									畑	樹園地
		岡山	東備	倉敷	井笠	高 梁	阿 新	真 庭	津 山	勝 英	県 全	内 域 東備・倉敷 井笠
土 壌	Cd	0.5 (3.4)	0.4 (0.5)	0.5 (2.6)	0.4 (0.6)	0.6 (1.5)	0.4 (0.5)	0.4 (0.5)	0.4 (0.6)	0.4 (0.6)	0.4 (0.9)	0.3 (0.4)
	Zn	16.6 (68.3)	10.3 (19.9)	16.4 (59.4)	10.4 (21.9)	20.8 (54.0)	9.4 (26.2)	15.3 (47.3)	22.4 (125.0)	21.8 (47.9)	16.8 (39.5)	16.0 (28.5)
	Cu	12.6 (65.2)	6.3 (10.6)	11.6 (31.3)	7.7 (13.5)	16.3 (47.4)	2.5 (5.7)	3.7 (8.1)	14.9 (79.1)	8.8 (13.8)	3.1 (21.6)	10.5 (36.6)
	Pb	8.6 (45.0)	5.9 (13.1)	8.8 (17.8)	5.3 (9.3)	12.3 (47.1)	6.4 (8.9)	7.2 (22.5)	7.7 (12.7)	4.1 (6.9)	3.1 (6.0)	3.0 (6.5)
	1) As	5.9 (14.4)	4.3 (8.0)	6.5 (14.6)	7.7 (19.8)	8.3 (26.9)	3.2 (7.6)	3.6 (7.1)	4.4 (9.9)	6.3 (10.4)	9.2 (21.3)	6.4 (10.3)
	2) As	2.0 (9.7)	1.4 (1.8)	3.1 (5.0)	1.8 (2.4)	4.1 (9.8)	1.0 (1.6)	1.0 (1.6)	1.5 (2.9)	1.4 (2.8)	1.6 (6.2)	1.4 (3.0)
農 作 物	Cd	0.09 (0.33)	0.07 (0.23)	0.10 (0.30)	0.07 (0.13)	0.11 (0.20)	0.05 (0.08)	0.08 (0.22)	0.08 (0.31)	0.09 (0.15)	0.03 (0.10)	0.01 (0.05)
	Pb	0.13 (0.29)	0.13 (0.21)	0.13 (0.27)	0.16 (0.26)	0.18 (0.45)	0.15 (0.27)	0.10 (0.16)	0.15 (0.34)	0.13 (0.22)	0.03 (0.18)	0.02 (0.05)
	As	0.08 (0.27)	0.10 (0.21)	0.08 (0.34)	0.09 (0.20)	0.12 (0.26)	0.06 (0.13)	0.10 (0.21)	0.08 (0.26)	0.07 (0.11)	0.02 (0.07)	0.01 (0.02)
かんがい水	Cd	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004		
	Zn	0.039	0.045	0.039	0.029	0.024	0.029	0.045	0.020	0.030		
	Cu	0.0035	0.0036	0.0025	0.0024	0.0020	0.0036	0.0016	0.0022	0.0020		
	Pb	0.0042	0.0050	0.0083	0.0061	0.0079	0.0076	0.0040	0.0090	0.0035		
	As	0.0015	0.0013	0.0025	0.0006	0.0009	0.0010	0.0003	0.0009	0.0005		

注) 1. 平均値と(最高値)を示す。
2. かんがい水は測定値が小さいので平均値のみを示す。
3. Asの1)は全ヒ素。 2)は可溶性ヒ素を示す。

では銅濃度が高い値を示した。普通畑、樹園地では汚染原因は何ら考えられず農業によるものではないかと考えられる。

県内の最高値については、いずれも水田土壌で認められ、カドミウム3.4 ppm が玉野市(No.12)で、亜鉛125.0 ppm が鏡野町(No.72)で、銅79.1 ppm が津山市(No.68)で、鉛47.1 ppm、全ヒ素26.9 ppm、可溶性ヒ素9.8 ppm が高梁市(No.51)でそれぞれ認められた。

現在、土壌汚染防止法では水田土壌中の銅濃度125 ppm (0.1規定塩酸浸出法)、水田土壌中ヒ素濃度15 ppm (1規定塩酸浸出法)を規制値¹⁾にしているが、本調査ではこの規制値を上回る地点は全くなかった。

水稻玄米中のカドミウム濃度は、通常0.1 ppm 程度、またはそれ以下とされているが、この調査においてもその範囲にあり、農用地土壌汚染対策地域の指定要件である玄米中のカドミウム濃度が1.0 ppm を超えるものはなかった。またカドミウム環境汚染要観察地域の基準²⁾である玄米中のカドミウムの量が、0.4 ppm 以上1.0 ppm 未満の地点もみられず、汚染のおそれは全く認められなかった。しかし、この規制値に近似する値が年次によっては出現しているので、原因の究明と今後の濃度推移に注意する必要がある。カドミウムはこれまでの調査結果^{1,2,5,13)}と同様に、水稻玄米中の濃度と土壌中の濃度との相関は必ずしも明確ではなかった。この理由としては、土壌の種類、水管理等の相違が考えられる。

畑作物(野菜)の重金属濃度は、各作物により差はあるが、特に高い値はみられなかった。

果実(ブドウ)中の重金属濃度は全体的に低く、果実への吸収移行はほとんど認められず、問題はなかった。畑作物および果実中の重金属濃度と土壌中の重金属濃度との関係は鉛でやや高い相関関係がみられたが、その他の重金属では関係はなかった。

次に、重金属濃度の経年変化についてみると、水田土壌では、カドミウム、銅、鉛、普通畑土壌では、銅、鉛、樹園地土壌では、銅がごくわずかながら増加していたが、この程度では汚染が進行しているとは考えられない。水田は畑に比べて重金属の濃度が高く、水を媒介とする重金属の蓄積が考えられるが、この8年間の年次変化をみると特に著しい変化はみられなかった。

農作物中の重金属濃度の経年変化は、玄米の場合、カドミウムの濃度が1977、1978年、鉛が1976、1978年、ヒ素が1975、1978年にやや高く、他の年度は低い傾向にあった。

畑作物の重金属濃度の経年変化は作物の種類が多く、栽培条件が異っていても、年度ごとの変化は少なく、カドミウム濃度が1974年、鉛およびヒ素濃度が1972年にわずかに高かっただけで、他の年度は低かった。

果実中の重金属濃度の場合、畑作物と同様に変化が少なく、カドミウムが1977、1978年、鉛が1974、1975年にやや高かったが、ヒ素には変化がみられなかった。

土壌中のカドミウムの水稻による吸収とその玄米への移行は、その年の気象に大きく影響されることが報告^{3,4)}されており、出穂後、登熟期までの天候が比較的良好、乾田状態になる日数が多かった1977、1978年には玄米中のカドミウム濃度がやや高くなったものと思われる。

かんがい水中の重金属濃度では、カドミウム、銅、鉛、ヒ素とも全国平均値を下回っていたが、亜鉛は1975年だけやや高い値を示した。亜鉛の1地点、銅の2地点を除くと、農業(水稻)用水基準の重金属濃度亜鉛0.5 ppm、銅0.02 ppm、ヒ素0.05 ppm を超える値は認められなかった。

地域別に水田土壌中の重金属濃度を検討した結果では、岡山、倉敷、高梁および津山の各地域が全国平均値よりやや高く、地質母材の種類とともに都市汚水、工場排水などの影響が考えられた。

摘 要

1971年から1978年の8年間にわたり、県下の農用地土壌、農作物およびかんがい水について重金属濃度を調査し次の結果を得た。

1. 水田土壌の重金属濃度の平均値はカドミウム、亜鉛、銅、鉛が全国平均値よりわずかに高く、全ヒ素では低かった。

2. 畑土壌の重金属濃度の平均値は、カドミウム、亜鉛、銅、鉛が全国平均値よりわずかに高く、全ヒ素では差がなかった。

3. 樹園地土壌の重金属濃度の平均値は、すべての重金属が全国平均値より低かった。

4. 農作物可食部中の重金属濃度の平均値は、カドミウム、鉛、ヒ素とも全国平均値より低かった。

5. 県内のかんがい水中の重金属濃度の平均値は、いずれの重金属も全国平均値より低かった。

6. 県内農用地土壌の重金属濃度の経年変化(8ヵ年)では、各種重金属の増加は認められなかった。

7. ヒ素を除く水田土壌中の重金属濃度を平均値で地域別にみると、岡山、倉敷、高梁および津山の各地域が全国平均値よりわずかに高く、地質母材の種類とともに都市汚水、工場排水などの影響が考えられた。玄米およびかんがい水中の重金属濃度は、すべての地域で低く全国平均値と同程度か、それ以下であった。

8. 8ヵ年のうちで、土壌および水稻玄米中の重金属濃度が対策地域の指定要件に該当する地点はなく、重金属による汚染は全く存在しなかった。また、かんがい水については農業用水基準を超えるものは、亜鉛が1地点、

銅が2地点で各1回認められたが，その後の調査ではいずれも基準以下であった。

引用文献

1. 浅見輝雄（1972）日曹金属株式会社社会津製錬所の排煙，排水に含まれるカドミウム，亜鉛，鉛および銅による水田土壌汚染．土肥誌，**43**：339—343
2. 伊藤秀文・飯村康二（1975）土壌の酸化還元状態の変化と水稻のカドミウム吸収応答．土肥誌，**46**：82—88
3. 坂井弘（1974）農業公害ハンドブック．地人書館，東京．348pp. 105—158
4. 渋谷政夫・山添文雄・尾形保，能勢和夫（1975）環境汚染と農業．博友社，東京，330 pp. 142—143
5. 立谷寿雄・館川洋・横本信行（1972）福島県における農作物および土壌の重金属汚染の実態（第1報）カドミウム含量について．福島農試報告，**10**：1—29
6. 日本規格協会（1971）日本工業規格工場排水試験方法．JIS K 0102—1971，169 pp. 12—13，106—142
7. 農林省農政局（1971），土壌保全対策事業における重金属類の分析法について．土壌保全対策資料，**36**，17 pp
8. —————（1972）昭和46年度土壌汚染防止対策調査成績．土壌保全対策資料，**38**，139 pp. 12—63
9. 農林省農蚕園芸局（1973）昭和47年度土壌汚染防止対策調査成績．土壌保全対策資料，**44**，197 pp. 16—17，50—115
10. —————（1974）昭和48年度土壌汚染防止対策調査成績．土壌保全対策資料，**48**，195 pp. 8—9，14—17，48—107
11. —————（1977）農用地土壌汚染防止対策関係資料．土壌保全対策資料，**53**，145 pp. 1—13，42—57
12. 農林水産技術会議事務局（1971）土壌および作物体中の重金属の分析法．67 pp. 35—66
13. —————（1976）農用地土壌の特定有害物質による汚染の解析に関する研究．研究成果，**92**，200 pp. 84—135
14. 増井正義・金九日支男・竹迫紘・都田紘志・難波一郎・高橋英明（1971）水稻玄米のカドミウム汚染度と乾田目教との関係．東京農試研報，**5**：1—5

付表-1 調査地点の概要

地点番号	地 目	所 在 地	母材堆積様式		土壌統番 号	塩基置換容量 me/100g	用水源
1	水 田	岡山市上中野	非固結堆積岩	水積	1417	14.7	座主川
2	〃	〃 国府市場	〃	〃	1317	11.6	旭 川
3	〃	〃 青江	〃	〃	1417	18.0	〃
4	〃	〃 獄	〃	〃	1316	13.5	倉安川
5	〃	〃 桑野	〃	〃	1420	14.8	旭 川
6	〃	〃 金田	〃	〃	1422	11.0	吉井川
7	〃	〃 東幸西	〃	〃	1406	16.5	〃
8	〃	〃 大多羅	〃	〃	1316	15.0	砂 川
9	〃	〃 西幸川	〃	〃	1316	15.9	高梁川
10	〃	〃 高塚	〃	〃	1317	13.0	〃
11	〃	玉野市長尾	〃	〃	1318	11.0	ため池
12	〃	〃 渋川	固結火成岩	崩積	1321	12.5	〃
13	〃	御津郡御津町富谷	非固結堆積岩	水積	1317	9.9	宇甘川
14	〃	〃 建部町川口	固結堆積岩	崩積	1322	11.6	ため池
15	〃	〃 加茂川町下土井	〃	〃	708	14.2	宇甘川
16	〃	邑久郡邑久町尾張	非固結堆積岩	水積	1416	15.9	千田川
17	〃	〃 長船町服部	〃	〃	1318	11.9	吉井川
18	〃	岡山市沼	〃	〃	1420	10.6	沼 川
19	〃	児島郡瀬崎町西高崎	〃	〃	1314	22.6	高梁川
20	〃	岡山市中畦	〃	〃	1417	27.4	〃
21	〃	〃 藤田錦六区	〃	〃	1417	19.9	〃
22	〃	赤磐郡瀬戸町江尻	〃	〃	1318	13.0	吉井川
23	〃	〃 赤坂町町刈田	〃	〃	1318	8.1	砂 川
24	〃	〃 鷺山町東円光寺	〃	〃	1319	12.6	吉井川
25	〃	〃 吉井町仁堀中	固結火成岩	崩積	1212	13.5	ため池
26	〃	備前市大内	非固結堆積岩	水積	1308	9.5	〃
27	〃	和気郡和気町藤野	〃	〃	1309	6.7	日笠川
28	〃	〃 佐伯町矢田部	〃	〃	1309	9.8	ため池

地点 番号	地 目	所 在 地	母材堆積様式		土壤統 番 号	塩基置換容量 me/100g	用水源
29	〃	倉敷市西阿知町西原	〃	〃	1317	9.5	高梁川
30	〃	〃 高須賀	〃	〃	1420	18.5	〃
31	〃	〃 古新田	〃	〃	1422	13.7	〃
32	〃	〃 生坂	〃	〃	1318	15.4	〃
33	〃	〃 東富井	〃	〃	1318	14.2	〃
34	〃	〃 林	〃	〃	1422	11.6	ため池
35	〃	〃 阿賀崎	〃	〃	1417	14.8	高梁川
36	〃	総社市井尻野	〃	〃	1217	12.0	〃
37	〃	〃 富原	〃	〃	1317	14.6	〃
38	〃	岡山市東花尻	〃	〃	1417	18.0	〃
39	〃	倉敷市茶屋町帯江新田	〃	〃	1420	18.2	〃
40	〃	岡山市妹尾	〃	〃	1417	18.5	〃
41	〃	倉敷市松島	〃	〃	1417	16.8	〃
42	〃	都窪郡清音村下軽部	〃	〃	1213	11.7	〃
43	〃	岡山市粟井	〃	〃	1319	10.0	足守川
44	〃	吉備郡真備町箭田	〃	〃	1317	12.5	小田川
45	〃	笠岡市西大島	〃	〃	1404	12.7	ため池
46	〃	井原市七日市	〃	〃	1402	12.5	小田川
47	〃	浅口郡鴨方町地頭上	〃	〃	1318	9.8	里見川
48	〃	小田郡矢掛町西川面	〃	〃	1317	13.4	星田川
49	〃	〃 美星町三山	固結火成岩	崩積	807	12.5	美山川
50	〃	高梁市巨瀬町塩坪	非固結堆積岩	水積	705	19.4	有漢川
51	〃	〃 落合町阿部	非固結堆積岩	水積	1317	14.0	井谷川
52	〃	上房郡有漢町上有漢	固結堆積岩	崩積	703	16.9	矢田川
53	〃	〃 北房町上菅部	〃	〃	703	13.6	弥谷川
54	〃	〃 賀陽町上竹	〃	〃	708	15.5	ため池
55	〃	川上郡成羽町長町	非固結堆積岩	水積	1310	16.9	島本川
56	〃	〃 川上町領家	〃	〃	1311	15.7	領家川
57	〃	新見市高尾	〃	〃	1307	10.4	高梁川
58	〃	阿哲郡新郷町下神代	非固結火成岩	風積	405	21.0	西 川
59	〃	〃 哲西町八鳥	〃	〃	506	20.6	神代川
60	〃	真庭郡勝山町神庭	固結堆積岩	崩積	1017	15.9	神庭川
61	〃	〃 落合町下市瀬	非固結堆積岩	水積	1212	10.6	旭 川
62	〃	〃 湯原町下湯原	非固結火成岩	風積	407	22.2	矢代川
63	〃	〃 久世町久世	非固結堆積岩	水積	1311	9.8	三坂川
64	〃	〃 美甘村美甘	非固結火成岩	風積	427	16.3	新庄川
65	〃	〃 川上村上福田	非固結火成岩	風積	418	32.5	明連川
66	〃	津山市下高倉	固結堆積岩	崩積	803	34.5	ため池
67	〃	〃 下田邑	〃	〃	803	23.6	〃
68	〃	〃 国分寺坂元	〃	〃	803	14.4	〃
69	〃	〃 高尾久保	非固結堆積岩	水積	1311	14.8	皿 川
70	〃	苫田郡加茂町中原	固結火成岩	崩積	1318	18.0	ため池
71	〃	〃 上斉原村石越	非固結火成岩	風積	438	24.3	吉井川
72	〃	〃 鏡野町宗枝	非固結堆積岩	水積	1311	15.6	〃
73	〃	久米郡中央町打穴	固結堆積岩	崩積	705	17.7	打穴川
74	〃	〃 久米南町弓削	非固結堆積岩	水積	1307	13.9	ため池
75	〃	〃 久米町中畝	〃	〃	1311	13.6	久米川
76	〃	〃 柵原町飯岡	〃	〃	1307	19.7	吉野川
77	〃	勝田郡勝央町小矢田	〃	〃	1419	12.6	滝 川
78	〃	英田郡美作町安羅	〃	〃	1210	21.0	吉野川
79	〃	勝田郡勝北町西の山	〃	〃	1318	15.8	広戸川
80	〃	英田郡太原町今岡	〃	〃	1210	20.0	吉野川
81	〃	〃 美作町田殿	〃	〃	1310	18.4	梶並川
82	〃	〃 作東町福原	固結火成岩	崩積	703	25.5	山家川
83	普通畑	御津郡加茂川町上田東	〃	残積	603	19.4	天 水
84	〃	邑久郡邑久町本庄	〃	〃	1008	7.3	〃
85	〃	赤磐郡吉井町是里	固結堆積岩	〃	601	16.2	〃

地点 番号	地 目	所 在 地	母材堆積様式	土壌統 番 号	塩基置換容量 me/100g	用水源
86	普通畑	総社市中原	非固結堆積岩 水積	1204	10.0	〃
87	〃	小田郡美星町三山	固結火成岩 残積	1003	13.4	〃
88	〃	川上郡成羽町山本	固結堆積岩 〃	1003	17.6	〃
89	〃	新見市土橋	〃 〃	326	28.1	〃
90	〃	真庭郡八束村上長田	非固結火成岩 風積	310	35.0	〃
91	〃	津山市大東二宮	固結堆積岩 残積	1003	11.5	〃
92	〃	勝田郡奈義町上町川	非固結火成岩 風積	313	45.0	〃
93	樹園地	赤磐郡瀬戸町大内	非固結堆積岩 水積	1334	8.9	〃
94	〃	浅口郡船穂町平石	固結堆積岩 残積	1002	18.1	〃
95	〃	〃 里庄町里見	固結火成岩 〃	1008	9.3	〃

付表-2 調査地点別土壌中重金属濃度（8ヵ年平均，乾土中ppm）

地点 No.	pH		0.1N 塩酸法			1 N 酢安法	過塩素酸法	1 N 塩酸法
	H ₂ O	KCl	Cd	Zn	Cu	Pb	As	As
1	5.1	4.2	0.3	18.4	13.1	9.2	9.5	3.1
2	5.2	4.0	0.3	8.0	9.0	8.0	3.6	0.8
3	5.3	4.1	0.3	15.7	9.8	10.2	7.5	1.6
4	5.2	4.1	0.3	13.9	8.9	9.2	4.4	3.2
5	5.2	4.1	0.4	7.5	5.9	3.0	7.0	1.2
6	5.6	4.6	0.3	15.6	9.3	6.9	1.8	0.8
7	5.5	4.6	0.5	37.2	14.0	10.2	8.7	3.6
8	5.3	4.5	0.4	15.9	9.7	3.5	5.2	1.3
9	6.3	5.6	0.4	14.3	9.4	5.0	5.0	1.9
10	5.8	5.0	0.3	8.8	6.0	3.3	2.4	0.7
11	5.8	5.1	0.8	30.3	19.6	14.9	3.7	1.3
12	5.7	5.0	2.7	53.6	62.3	36.6	14.3	7.7
13	5.8	4.7	0.3	9.1	7.9	6.1	2.8	0.5
14	5.6	4.6	0.3	7.7	4.8	3.7	2.0	0.9
15	5.4	4.3	0.4	24.8	14.1	14.1	3.6	0.5
16	5.0	3.9	0.3	13.3	11.5	9.3	7.3	1.9
17	5.6	4.6	0.4	18.4	9.7	5.5	3.8	0.7
18	5.7	4.4	0.2	15.6	9.0	3.9	6.6	2.0
19	6.1	4.8	0.3	10.2	11.0	3.9	9.1	2.1
20	5.2	4.1	0.3	16.4	14.6	7.9	9.0	3.0
21	6.1	4.8	0.4	15.5	11.6	7.8	7.9	3.9
22	5.5	4.6	0.4	14.2	8.0	8.5	7.1	1.7
23	5.7	4.9	0.4	7.2	4.6	4.6	3.3	1.4
24	5.5	4.6	0.5	10.7	9.2	4.1	4.7	1.1
25	5.2	4.2	0.3	13.9	4.7	5.5	3.5	1.0
26	5.5	4.5	0.3	6.8	5.9	6.4	5.1	1.8
27	6.2	5.2	0.3	4.4	3.3	5.8	3.1	1.2
28	6.2	5.5	0.5	14.8	8.1	6.2	3.5	1.4
29	5.6	4.7	0.4	13.6	10.6	9.9	3.3	1.7
30	4.9	4.0	0.3	11.6	9.7	6.3	8.0	3.1
31	5.8	4.8	0.4	18.0	9.0	17.1	6.6	5.0
32	5.4	4.5	0.4	15.5	11.8	10.9	6.8	3.5
33	6.3	5.6	1.1	20.9	16.7	8.9	11.5	4.4
34	5.9	5.4	0.5	28.2	10.4	7.7	3.8	2.3
35	6.3	5.3	0.4	17.1	13.0	5.0	7.3	2.4
36	5.8	4.9	0.5	13.6	12.8	9.4	3.4	0.8
37	6.0	5.2	0.5	10.2	8.8	4.4	6.3	4.7
38	5.3	4.1	0.4	11.6	11.6	7.2	4.9	1.2
39	5.7	4.8	0.5	30.1	13.3	9.4	6.1	3.3
40	5.0	4.1	0.2	9.2	10.2	10.6	9.0	3.5
41	4.9	4.2	0.5	17.0	15.2	10.0	8.0	3.7

地点 No.	pH		0.1N 塩酸法			1 N 酢安法	過塩素酸法	1 N 塩酸法
	H ₂ O	KCl	Cd	Zn	Cu	Pb	As	As
42	5.3	4.3	0.3	8.1	8.4	6.7	5.6	2.0
43	5.8	4.6	0.4	8.0	10.0	5.2	1.8	0.5
44	5.6	4.6	0.5	8.9	11.1	8.8	8.4	2.8
45	6.3	5.7	0.5	10.1	6.8	4.9	5.4	1.6
46	6.4	5.8	0.5	6.2	11.2	6.8	16.2	2.4
47	6.0	5.2	0.3	15.3	7.7	6.8	7.5	2.0
48	6.1	5.1	0.4	13.0	8.0	4.8	2.8	1.0
49	7.0	6.4	0.3	7.5	5.0	3.3	6.5	1.8
50	6.0	5.0	0.4	19.2	7.3	5.8	1.7	1.4
51	6.2	5.3	0.6	23.8	23.6	24.1	19.5	6.6
52	5.6	4.7	1.2	35.4	36.6	30.2	7.8	1.7
53	5.2	4.2	0.3	6.7	12.7	5.6	5.0	1.3
54	5.0	4.2	0.4	7.9	8.7	6.4	4.9	1.8
55	6.5	5.6	0.8	42.4	15.6	8.9	8.4	1.7
56	6.1	5.1	0.4	10.5	9.7	5.0	10.8	2.2
57	5.5	4.4	0.3	6.6	4.7	5.3	1.2	0.5
58	5.9	5.0	0.5	18.1	2.5	7.1	2.3	0.9
59	7.8	7.2	0.3	3.6	0.4	6.9	6.0	1.6
60	5.6	4.0	0.5	16.2	6.1	20.1	5.9	1.3
61	5.4	4.4	0.3	7.2	3.5	3.6	1.8	0.5
62	5.4	4.6	0.4	8.5	1.2	4.2	4.1	0.7
63	5.7	4.6	0.4	14.7	6.5	8.7	2.5	1.4
64	5.5	4.5	0.4	8.6	3.2	3.5	2.3	0.5
65	5.8	5.0	0.4	36.8	1.9	2.9	4.9	1.5
66	5.0	3.8	0.4	38.2	13.8	8.8	5.5	2.7
67	5.0	3.9	0.3	21.5	9.9	9.0	8.9	2.0
68	5.1	4.2	0.5	32.2	63.2	9.1	6.1	1.8
69	5.8	4.9	0.3	11.2	8.3	8.0	3.5	1.1
70	5.6	4.7	0.3	9.8	3.2	9.0	0.9	0.6
71	5.4	4.8	0.3	7.8	0.8	3.4	2.1	1.2
72	5.2	4.2	0.3	57.5	11.4	10.0	9.1	1.1
73	6.4	5.4	0.4	10.1	6.0	3.3	2.9	1.4
74	5.7	4.7	0.3	11.1	10.2	7.2	2.0	1.0
75	5.2	4.2	0.4	23.8	28.1	9.2	3.6	2.4
76	5.8	4.6	0.6	22.9	8.8	7.8	4.0	0.7
77	5.6	4.6	0.2	25.2	6.7	4.9	7.7	1.5
78	6.0	4.6	0.5	29.3	11.9	3.4	5.5	1.1
79	5.9	4.9	0.4	27.9	6.6	5.5	7.9	1.1
80	6.1	5.1	0.5	15.2	6.6	2.4	5.6	2.8
81	5.9	5.0	0.5	26.5	10.7	3.1	5.0	1.1
82	5.5	4.7	0.3	6.7	10.0	5.1	6.0	0.5
83	5.8	4.8	0.5	20.7	4.0	3.3	6.3	0.6
84	6.0	5.3	0.3	23.6	2.6	1.9	5.0	1.1
85	6.0	5.3	0.6	30.5	2.4	1.6	5.2	1.5
86	7.1	6.5	0.6	16.6	10.7	4.3	15.5	4.3
87	6.1	5.2	0.4	16.6	2.4	2.6	6.4	1.2
88	7.3	6.5	0.5	20.4	5.6	3.5	12.9	2.8
89	6.6	5.9	0.6	6.4	1.8	2.6	6.0	0.8
90	5.3	4.5	0.1	3.7	0.1	2.6	4.6	0.4
91	6.0	5.1	0.2	15.3	1.3	5.4	17.6	2.0
92	6.1	5.2	0.5	14.9	0.2	3.5	9.5	1.4
93	6.7	5.8	0.3	14.5	5.3	1.7	7.1	3.0
94	6.1	5.5	0.3	15.9	19.9	2.3	8.6	0.6
95	5.8	4.7	0.2	17.6	6.2	5.1	3.5	0.6

付表-3 調査地点別農作物中重金属濃度（8ヵ年平均，現物中ppm）

地点 No.	作物名	Cd	Pb	As	地点 No.	作物名	Cd	Pb	As
1	水稻玄米	0.06	0.14	0.16	49	水稻玄米	0.05	0.20	0.05
2	〃	0.11	0.12	0.07	50	〃	0.05	0.13	0.10
3	〃	0.09	0.14	0.13	51	〃	0.31	0.21	0.17
4	〃	0.11	0.17	0.09	52	〃	0.13	0.27	0.07
5	〃	0.08	0.16	0.06	53	〃	0.09	0.21	0.09
6	〃	0.07	0.14	0.09	54	〃	0.06	0.13	0.09
7	〃	0.09	0.04	0.08	55	〃	0.12	0.18	0.16
8	〃	0.11	0.18	0.09	56	〃	0.03	0.14	0.13
9	〃	0.07	0.15	0.13	57	〃	0.05	0.21	0.05
10	〃	0.08	0.15	0.08	58	〃	0.06	0.15	0.04
11	〃	0.13	0.13	0.06	59	〃	0.04	0.10	0.08
12	〃	0.26	0.13	0.10	60	〃	0.09	0.13	0.15
13	〃	0.07	0.11	0.06	61	〃	0.07	0.06	0.09
14	〃	0.09	0.14	0.04	62	〃	0.09	0.09	0.07
15	〃	0.05	0.09	0.03	63	〃	0.07	0.15	0.13
16	〃	0.05	0.09	0.06	64	〃	0.06	0.08	0.10
17	〃	0.08	0.09	0.03	65	〃	0.09	0.10	0.08
18	〃	0.13	0.11	0.17	66	〃	0.12	0.16	0.07
19	〃	0.06	0.13	0.09	67	〃	0.09	0.18	0.09
20	〃	0.10	0.12	0.08	68	〃	0.08	0.14	0.08
21	〃	0.11	0.13	0.09	69	〃	0.06	0.14	0.11
22	〃	0.08	0.15	0.06	70	〃	0.07	0.19	0.04
23	〃	0.09	0.13	0.14	71	〃	0.05	0.15	0.07
24	〃	0.06	0.11	0.10	72	〃	0.09	0.17	0.18
25	〃	0.04	0.13	0.07	73	〃	0.08	0.19	0.09
26	〃	0.07	0.10	0.08	74	〃	0.07	0.14	0.07
27	〃	0.09	0.14	0.11	75	〃	0.05	0.16	0.13
28	〃	0.06	0.12	0.14	76	〃	0.07	0.17	0.10
29	〃	0.09	0.10	0.09	77	〃	0.08	0.15	0.07
30	〃	0.09	0.20	0.14	78	〃	0.08	0.12	0.06
31	〃	0.11	0.13	0.05	79	〃	0.12	0.18	0.07
32	〃	0.14	0.10	0.07	80	〃	0.06	0.12	0.06
33	〃	0.15	0.16	0.07	81	〃	0.08	0.10	0.09
34	〃	0.18	0.13	0.05	82	〃	0.09	0.11	0.07
35	〃	0.05	0.12	0.09	83	野 菜	0.02	0.02	0.02
36	〃	0.10	0.12	0.04	84	ハクサイ	0.01	0.02	0.01
37	〃	0.05	0.12	0.06	85	野 菜	0.02	0.02	0.02
38	〃	0.09	0.18	0.07	86	〃	0.04	0.05	0.03
39	〃	0.10	0.17	0.14	87	〃	0.04	0.07	0.03
40	〃	0.06	0.08	0.08	88	〃	0.04	0.02	0.02
41	〃	0.04	0.09	0.07	89	〃	0.04	0.02	0.01
42	〃	0.14	0.14	0.12	90	〃	0.02	0.03	0.01
43	〃	0.04	0.09	0.07	91	〃	0.05	0.04	0.02
44	〃	0.09	0.14	0.08	92	〃	0.01	0.01	0.02
45	〃	0.05	0.21	0.11	93	ブドウ	0.01	0.02	0.01
46	〃	0.11	0.12	0.14	94	〃	0.01	0.03	0.01
47	〃	0.09	0.14	0.05	95	〃	0.02	0.02	0.01
48	〃	0.04	0.11	0.08					

付表-4 調査地点別かんがい水中重金属濃度 (8ヵ年平均, ppm)

地点 No.	pH	Cd	Zn	Cu	Pb	As	地点 No.	pH	Cd	Zn	Cu	Pb	As
1	7.3	0.00	0.16	0.00	0.00	0.01	42	7.4	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00
2	7.5	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	43	7.5	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
3	7.2	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	44	7.3	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00
4	7.0	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	45	7.4	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
5	7.2	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	46	7.6	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
6	6.8	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	47	7.4	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00
7	7.1	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	48	7.5	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
8	7.0	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	49	7.4	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00
9	7.1	0.00	0.08	0.01	0.00	0.00	50	7.4	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00
10	7.4	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	51	7.4	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00
11	7.0	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	52	7.7	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
12	6.6	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	53	7.6	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
13	7.1	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	54	7.4	0.00	0.06	0.00	0.01	0.00
14	7.1	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	55	7.7	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
15	7.5	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	56	7.5	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
16	7.0	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	57	7.3	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00
17	7.4	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	58	7.3	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00
18	6.8	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	59	7.1	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
19	7.0	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	60	7.6	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
20	6.9	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	61	7.2	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
21	7.0	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	62	7.1	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
22	7.0	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	63	7.0	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
23	7.3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	64	7.2	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
24	7.5	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	65	7.0	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
25	7.0	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	66	6.8	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00
26	6.9	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	67	7.1	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
27	7.1	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	68	6.8	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00
28	7.2	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	69	7.1	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
29	7.5	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	70	7.1	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
30	7.2	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	71	6.9	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
31	7.3	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	72	6.9	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
32	6.9	0.00	0.05	0.00	0.01	0.01	73	7.5	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
33	7.3	0.00	0.07	0.00	0.01	0.00	74	7.3	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00
34	6.8	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	75	7.5	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00
35	7.1	0.00	0.05	0.00	0.01	0.01	76	7.4	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
36	7.6	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	77	7.2	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
37	7.4	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	78	7.5	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
38	7.1	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	79	7.2	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
39	7.1	0.00	0.05	0.00	0.01	0.01	80	7.3	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
40	7.1	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	81	7.6	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
41	7.0	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	82	7.6	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00