

# 土壤汚染に関する研究

## 第1報 栃木県農用地土壤及び 水稻玄米中の重金属等濃度について

長谷川 秀穂・橋本俊一・鶴野慶吉  
茂木惣治・三宅信・中野政行

### I 緒言

1970年に「農用地の土壤汚染等に関する法律」が成立し、この法律にもとずいて1971年から、重金属等濃度の調査が概況調査という名称で、土壤及び作物を対象に全国一せいに始まり、翌年には第1回の調査結果の公表があつた<sup>5)</sup>。その結果には、都道府県別の状況も報告されている。

本報告では本県の農用地土壤の汚染の実態をより明らかにするため、最小値、最大値、平均値、標準偏差の他に、変動係数や度数、火山灰土と非火山灰土との比較、粘質と壤質による比較、地域性についても検討した。その結果重金属等の種類によつては、濃度分布等にはほぼ一定の傾向が認められることから、本調査が現在継続中であるにもかかわらず中間成績として報告することとした。

### II 調査方法

#### 1. 調査年次

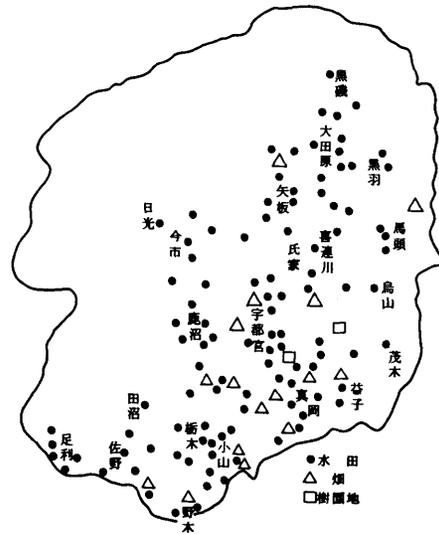
1971~1974年

#### 2. 調査密度及び地点の選定

県下の全農用地を対象とし、水田1,000haに1地点、畑地と樹園地は2,000haに1地点の割合で調査地点を選び定地点とした。地点の選定にあつては、用水系統、土壤の種類等を考慮して、水田は107地点、畑地16地点、樹園地2地点を選んだ。これらの地点の位置は1971年以後変更していない。地点の位置は第1図に示した。

#### 3. 調査試料の採取

調査地点の土壤試料の採取は、調査地点に選定された圃場の中央部で、地表から地表下15cm



第1図 調査地点

までを垂直に切り、混合して約1kgを採取した。ただし耕盤などが地表下15cm以内に出現する場合は耕盤までとした。水稻玄米は土壤採取位置上の水稻約20株を立毛中に採取した中から調製して玄米試料とした。1971~1973年の3か年は、全地点からそれぞれ分析試料を採取し、重金属等濃度を測定したが、3か年の結果から総括的にみて、年次変化が少ないという理由で、1974年以後は、試料用玄米の採取地点数を、約1/2に減じた。

#### 4. 試料の分析

調査試料についてカドミウム、銅、亜鉛は1971年から、鉛、ヒ素は1972年から分析測定した。土壤試料はpH(H<sub>2</sub>O)も測定した。分析法は農林省農政局編の土壤保全対策資料<sup>4)</sup>によつたが、

第1表 水田土壌の各種金属等濃度（乾土中ppm）

成分	年	項目						
		試料数	最高値	最低値	平均値	S.	C. V.	全国平均
pH	46	107	6.5	5.3	5.9	0.23	4	
	47	107	6.9	4.8	6.1	0.38	6	
	48	107	6.9	5.4	6.2	0.26	4	
	49	36	6.7	5.6	5.9	0.22	4	
Cd	46	107	2.85	0.17	0.58	0.41	71	0.42
	47	107	2.63	0.20	0.49	0.29	59	0.4
	48	107	3.55	0.20	0.58	0.41	71	0.4
	49	36	2.48	0.31	0.58	0.37	64	
Cu	46	107	121.6	0.0	9.4	16.3	173	9.08
	47	107	74.0	0.0	7.7	11.2	146	8.8
	48	107	111.7	0.0	9.6	16.3	170	9.1
	49	36	37.9	0.3	7.2	8.5	118	
Zn	46	107	190.0	3.7	19.7	27.9	141	14.54
	47	107	158.2	2.2	15.3	20.9	137	13.8
	48	107	136.4	3.3	18.1	22.4	123	15.2
	49	36	85.7	5.0	16.4	16.7	102	
Pb	46	—	—	—	—	—	—	—
	47	107	25.2	1.9	6.1	3.8	63	6.0
	48	107	24.3	2.0	5.8	3.5	60	6.7
	49	36	33.0	1.5	5.3	5.7	108	
As	46	—	—	—	—	—	—	—
	47	107	23.4	3.5	11.6	3.9	34	9.4
	48	107	26.9	4.3	11.7	5.3	45	8.5
	49	36	19.3	3.9	10.4	4.3	41	

注・S標準偏差値 C.V変動係数

その概要は次のとおりである。

1) 土壌中のカドミウム、銅、亜鉛

風乾細土10gに0.1規定塩酸液50mlを加え、30℃で1時間振とう後乾燥ろ過し、ろ液は直接原子吸光分光光度計（以下原子吸光と呼ぶ）により、カドミウム、銅、亜鉛を定量した。

2) 土壌中の鉛

風乾細土10gに1規定酢酸アンモニウム溶液

(pH4.5)100mlを加え、30℃で1時間振とう後乾燥ろ過し、ろ液は直接原子吸光により鉛を定量した。

3) 土壌中のヒ素

風乾細土5gに濃硫酸1ml、濃硝酸5ml、過塩素酸20mlを加え、3時間加熱分解し、冷却した後、1規定塩酸30ml、熱水50mlを加え加温し、ろ過定容後その一定量を取り、ヒ化水素発生装

置<sup>4)</sup>にかけヒ素を定量した。

#### 4) 土壌のpH

風乾細土10gに水25mlを加え、30分間放置後pHメーターで測定した。

#### 5) 玄米中のカドミウム、銅、亜鉛、鉛、ヒ素

水稻玄米10gに蒸留水10ml、硝酸40mlを加えしばらく加熱した後放冷し、さらに硫酸20mlと必要に応じ硝酸を加え分解後、蒸留水を加えて定容した。その一定量を取りDDTC-MIBK抽出法で抽出し、原子吸光によりカドミウム、銅、亜鉛、鉛を定量し、ヒ素は試料液の一定量をヒ化水素発生装置にかけ定量した。

### III 調査結果

土壌及び玄米中の重金属等について地目別に年次ごとに測定した最高値、最低値、平均値と標準偏差値及び変動係数を第1、5、6、8表に示した。各表には農林省がまとめた全国平均値<sup>5,6,7)</sup>を併記(以下文中に全国平均と記述しているのはこの値を指す)した。

土壌及び玄米中の重金属等濃度について代表的な値は、必ずしも明確になっていないが、この全国平均値は、全国的規模で同一手法で調査分析した結果得られており、その意味で指標性を有するものと考え、この値との比較を検討することにした。

#### 1. 水田土壌のpHと重金属等濃度

##### 1) pH

各年次の平均値は6.0前後を示して、年次間

の差は少ない。

#### 2) 汚染、非汚染別の重金属等濃度

水田の107調査地点の中に、汚染地点として鉱山排水流入7地点、工場排水流入2地点、都市汚水流入6地点の計15地点が含まれている。この15地点と残りの非汚染地点の92点の重金属等濃度の年次別平均値を第2表に示した。

これによればヒ素を除いた各重金属等濃度は、汚染地点が明らかに高く、鉱山排水流入地点では銅、カドミウムの濃度が高い傾向が認められた。

3) 火山灰、非火山灰土別の重金属等濃度汚染地点を除く92調査地点を火山灰土、非火山灰土に分けると火山灰土43地点、非火山灰土49地点になり、この重金属等濃度の年次別平均値を第3表に示した。これによれば、銅は非火山灰土で明らかに高いといえるが、その他の重金属等では差がない。

#### 4) 非火山灰土の土性別重金属等濃度

汚染地15地点を除く49地点を、粘質(SCL, SiCL, CL)と壤質(L, SiL, SL)に分けると粘質22点、壤質27点になり、この年次別平均値を第4表に示した。カドミウム、亜鉛は粘質で高いといえるが、その他の重金属等濃度では差がない。

第2表 汚染、非汚染地別の土壌中重金属等濃度 (ppm)

項目 年次	Cd		Cu		Zn		Pb		As	
	非	汚	非	汚	非	汚	非	汚	非	汚
46	0.47	1.00	5.6	32.7	19.3	56.5				
47	0.43	0.85	5.1	23.0	10.5	42.4	5.5	11.9	11.4	9.0
48	0.50	1.05	7.1	26.5	13.4	45.6	5.4	8.3	11.5	12.8

注. 非—非汚染地 汚—汚染地

第3表 火山灰土、非火山灰土別の重金属等濃度(ppm)

項目 年次	Cd		Cu		Zn		Pb		As	
	非	火	非	火	非	火	非	火	非	火
46	0.46	0.51	7.1	3.0	13.9	13.8				
47	0.42	0.43	7.1	2.8	11.6	9.1	6.1	5.3	10.5	12.5
48	0.49	0.50	8.4	3.2	13.3	13.3	5.3	5.5	10.2	13.1

注. 非—非火山灰土 火—火山灰土 (汚染地15点を除く)

第4表 非火山灰土の土性別重金属等濃度(ppm)

項目 年次	Cd		Cu		Zn		Pb		As	
	粘	壤	粘	壤	粘	壤	粘	壤	粘	壤
46	0.49	0.43	8.0	7.8	16.9	12.2				
47	0.45	0.39	7.0	7.0	12.4	10.0	6.4	5.2	11.3	9.8
48	0.55	0.46	9.7	7.7	14.4	12.6	5.4	5.1	10.6	9.9

注. 粘—粘質 壤—壤質 (汚染地15点を除く)

### 5) 重金属等の種類別濃度の特徴

#### (1) カドミウム (Cd)

各年次の平均値は、0.49~0.58ppmの範囲にあり、この濃度は全国平均の0.4~0.42ppm、渋谷ら<sup>2)</sup>の全国水田土壌53地点の平均0.45ppm(過塩素酸分解)に比べて高い。この理由は汚染地点が含まれているためで、第2表に示した非汚染地のカドミウム濃度は、0.43~0.50ppmと低い値になった。

#### (2) 銅 (Cu)

各年次の平均値は7~10ppmの範囲にあり、この濃度は全国平均の8.8~9.1ppmに比べて、ほぼ同程度といえる。銅濃度では変動係数が毎年100%以上にあり、濃度分布の広いことを示している。このことは非汚染地点の平均値が、5~7ppmであるのに対して、汚染地点の中には、平均濃度の10倍以上の値を示す地点が数地点あり、これらの調査地点の値を含めて算出していることによる。

地域的には足利地方で、比較的濃度の高い調

査地点が毎年出現しているが、土壤汚染防止法による基準値の125ppmを上まわる地点は出現していない。

#### (3) 亜鉛 (Zn)

各年次の平均値は15~20ppmの範囲で、この濃度は全国平均の13.8~15.2ppmに比べて、わずかに多い傾向といえる。銅と同じく変動係数は毎年100%以上で、亜鉛濃度の分布幅が広い結果になったが、変動係数が100%以上の調査地点は毎年2~3点出現しており、これらの地点の値が、平均値を高めるとともに変動係数を大きくしている。さらに銅と同じく、汚染地点の亜鉛濃度が高いことも関係していると考えられる。

調査地点の60~70%は、毎年15ppm以下であることから見ても、亜鉛濃度は全国平均と同程度のものである。

#### (4) 鉛 (Pb)

各年次の平均値は5.3~6.1ppmの範囲にあり、この値は全国平均の6.0~6.7ppmに比べ

第5表 畑土壤の各種金属等濃度（乾土当たりppm）

成分	項目 年	試料数	最高値	最低値	平均値	S	C・V	全国平均
pH	46	16	6.6	4.9	5.8	0.4	7	
	47	16	6.3	5.3	5.9	0.3	5	
	48	16	6.3	5.0	5.7	0.4	8	
	49	6	7.1	5.4	6.0	0.6	10	
Cd	46	16	0.55	0.25	0.39	0.10	26	0.28
	47	16	0.66	0.22	0.39	0.12	30	0.3
	48	16	0.52	0.26	0.38	0.09	24	0.3
	49	6	0.46	0.32	0.37	0.05	14	
Cu	46	16	26.4	0.0	2.5	6.5	263	2.95
	47	16	16.0	0.0	1.6	3.0	187	2.6
	48	16	20.8	0.0	2.1	5.1	243	2.6
	49	6	25.6	0.2	4.9	10.2	209	
Zn	46	16	18.2	0.7	10.6	4.0	38	10.29
	47	16	20.0	0.3	9.4	4.4	47	10.3
	48	16	13.9	3.4	9.0	3.1	35	10.4
	49	6	12.8	2.2	6.4	4.0	63	
Pb	46	—	—	—	—	—	—	—
	47	16	15.0	1.8	4.2	3.3	79	2.8
	48	16	5.2	1.0	2.9	1.3	44	3.0
	49	6	3.9	1.1	2.8	1.1	39	
As	46	—	—	—	—	—	—	—
	47	16	17.3	7.6	11.2	2.7	24	9.4
	48	16	16.5	8.2	11.3	2.5	22	9.5
	49	6	11.2	6.5	8.2	1.6	20	

て、同程度かわずかに少ない。鉛は亜鉛と同じく、数少ない高濃度の存在が平均値、変動係数を高めており、調査地点の70~80%は毎年6ppm以下である。

(5) ヒ素 (As)

各年次の平均値は10.4~11.7ppmの範囲にあり、この値は全国平均の8.5~9.4ppmに比べて変動係数は小さく、濃度の分布幅が狭いことを示し、その状況は第2表の汚染、非汚染別のヒ素濃度及び、第3表の火山灰土、非火山灰土別のヒ素濃度が、ほぼ同値であることからうかがえる。全国平均に比べて高い理田は現在のと

ころ明らかでない。

2. 畑土壤のpHと重金属等濃度

畑土壤の調査地16点は、すべて火山灰土壤で、汚染地点に該当する地点はない。

1) pH

各年次の平均値は5.7~6.0の範囲で水田土壤と比べてやや酸性であり、年次間の差も水田土壤よりやや大きい。

2) 重金属等濃度

各年次の平均値は、カドミウムが0.37~0.39ppm、銅が1~5ppm、亜鉛が6~10ppm、鉛が2~5ppm、ヒ素が8~12ppmの範囲で、こ

第6表 樹園地点の各種金属等濃度 (ppm)

成分	年項目	2 調査地点の分析値		全国平均
pH	46	5.9	6.2	
	47	4.8	5.4	
	48	5.0	6.0	
Cd	46	0.32	0.59	0.34
	47	0.38	0.45	0.4
	48	0.42	0.43	0.4
Cu	46	0.5	8.3	23.8
	47	0.5	3.6	24.5
	48	0.5	2.4	24.4
Zn	46	22.7	183.7	26.8
	47	19.5	42.4	23.0
	48	31.2	55.2	22.9
Pb	46	—	—	—
	47	1.5	12.0	17.3
	48	2.0	16.9	21.9
As	46	—	—	—
	47	7.3	16.5	20.4
	48	8.9	14.3	22.6

これらの濃度は全国平均と同程度であるが、ヒ素でわずかに高い。

ヒ素を除く各重金属とも、水田に比べて最高値、平均値ともに低く、変動係数も銅を除いて水田より低く、濃度の分布幅が狭い。銅は1か所の調査地点で、毎年やや高い値が出現して、その影響を受けている。

3. 樹園地土壌の pH と重金属等濃度  
調査地点の2か所とも亜鉛を除いては pH,

重金属等濃度は、全国平均と同程度か、または低い傾向を示し、亜鉛濃度は1か所で全国平均に近似しているが、他の1か所では高いため傾向は判然としない。

#### 4. 水稻玄米中の重金属等濃度

##### 1) 汚染、非汚染別の重金属等濃度

汚染地点14点と、非汚染地点92点の水稻玄米における重金属等濃度の、年次別平均値を第7表に示した。

##### (1) カドミウム

各年次の平均値は0.13~0.15ppmの範囲で、この濃度は全国平均の0.1ppmに比べてわずかに高いが、第7表に示したように非汚染地点では、平均値で0.11~0.14ppmとなり、表示は省略したが関東全体の平均値0.11ppm<sup>5)</sup>に近似する。汚染地点の平均値は0.14~0.24ppmを示し、非汚染地点に比べて高い傾向がみられる。最高値でも、食品衛生法の基準値1ppmを上まわる地点は、各年次とも出現していない。

##### 2) カドミウム以外の重金属等濃度

カドミウム以外の玄米中の重金属等については、全国平均が46年と48年度の2か年だけの報告で比較が難しいが、強いて結論づければ次のことがいえる。(銅)足利地方に土壤中銅濃度の比較的高い地点が出現していたが、玄米中濃度には高い傾向は認められない。県平均は2.7~3.5ppmの範囲である。(亜鉛)46年度の最高値85.3ppmはやや高い値とみられるが、47年以後はこの地点も23ppm以下に低下している。

第7表 汚染、非汚染地別の玄米中重金属等濃度 (ppm)

項目	Cd		Cu		Zn		Pb		As	
	非	汚	非	汚	非	汚	非	汚	非	汚
46	0.14	0.24	3.1	3.7	24.1	21.6				
47	0.14	0.14	3.4	4.4	22.5	18.7	0.28	0.24	0.08	0.09
48	0.11	0.41	2.7	3.3	19.9	24.3	0.37	0.29	0.09	0.09

注. 非—非汚染地玄米                      汚—汚染地玄米

第8表 水稻玄米中の各種金属等濃度 (ppm)

成分	年	項目	試料数	最高値	最低値	平均値	S	C・V	全国平均
Cd	46		106	0.77	0.01	0.15	0.16	107	0.10
	47		104	0.85	0.02	0.14	0.10	71	0.10
	48		104	0.76	0.02	0.13	0.15	115	0.10
	49		36	0.93	0.01	0.13	0.16	123	
Cu	46		106	7.6	1.0	3.2	0.9	29	2.9
	47		104	8.4	1.0	3.5	1.8	34	
	48		104	5.0	1.0	2.8	0.7	26	
	49		36	3.3	1.8	2.7	0.4	15	
Zn	46		106	85.3	10.0	23.8	9.0	38	19.1
	47		104	30.0	12.0	19.8	3.1	16	
	48		104	37.0	10.0	20.4	4.1	20	
	49		36	36.8	14.0	20.4	4.0	20	
Pb	46		—	—	—	—	—	—	—
	47		104	0.66	0.06	0.30	0.12	39	
	48		104	1.00	0.08	0.36	0.17	47	0.20
	49		36	0.96	0.20	0.50	0.22	44	
As	46		—	—	—	—	—	—	—
	47		104	0.24	0.01	0.10	0.05	50	
	48		104	0.32	0.02	0.09	0.06	03	0.16
	49		36	0.20	0.01	0.08	0.04	50	

第9表 火山灰土、非火山灰土別の玄米中重金属濃度 (ppm)

年次	Cd		Cu		Zn		Pb		As	
	非	火	非	火	非	火	非	火	非	火
46	0.15	0.12	3.1	3.1	23.3	24.2				
47	0.16	0.11	3.6	3.2	20.1	20.1	0.27	0.29	0.09	0.07
48	0.13	0.09	2.7	2.7	20.1	19.5	0.35	0.39	0.09	0.09

注. 非—非火山灰土の玄米, 火—火山灰土の玄米 (汚染地15点を除く)

県平均は19.8~23.8ppmの範囲である。(鉛) 県平均は0.30~0.50ppmの範囲である。(ヒ素) 県平均は0.08~0.10ppmの範囲である。

3) 火山灰, 非火山灰土別の重金属等濃度汚染地点を除いた火山灰土41~43地点と, 非火山灰土49地点について, 水稻玄米中における重

金属等濃度の年次別平均値を第9表に示した。これによればカドミウムは, 土壌の場合と異なり, 非火山灰土でわずかに高い。土壌中カドミウム濃度と, 玄米中のカドミウム濃度間には相関がないとわれているが, 本調査でもそれを裏付けている。カドミウム以外の重金属等では,

火山灰土と、非火山灰土との差は認められない。

#### IV 考 察

土壤汚染防止法に基づく分析法<sup>4)</sup>により5種類の重金属等濃度を、水田、畑地、樹園地の各土壌(作土)と水稻玄米について定量し、4か年の結果から、栃木県内の重金属等濃度の状況を検討した。県内の重金属等濃度については、これまで系統的調査は皆無であり、全国的にもこの種の調査研究は少ないため、土壌別、地域別、作物別の濃度の多少、あるいは年次推移等を比較するには困難性が多い。このため、農林省がまとめた報告書の結果<sup>5),6),7)</sup>の全国平均を指標として、県内の重金属等濃度を検討した。

水田土壌107調査地点のうち鉦山排水、都市汚水、工場排水に由来する汚染地点が15地点含まれており、この汚染地点と残りの非汚染地点を比較すると、土壌ではヒ素を除く、カドミウム、銅、亜鉛、鉛の濃度が、汚染地点で高い傾向が認められる。

汚染源別の検討は、今回はしていないが、鉦山排水流入地点では、銅、カドミウムの濃度が高い傾向が認められるので、更に汚染源別の検討が今後必要と思われる。これらの汚染地点も含めた県平均と、全国平均を対比すると水田土壌では、カドミウム、亜鉛、ヒ素の3種は県平均の方が同程度か、わずかに多い傾向となった。このうちカドミウムと亜鉛は、汚染地点の高濃度の影響を受けて、平均値が高くなっているが、ヒ素は平均値の変動係数も他の重金属より小さいことから推測すると、全国平均よりわずかの差であるが高いといえる。しかしこの原因は現在のところ明らかでない。

畑地の16調査地点は、すべて非汚染地点で、各重金属等濃度は、畑地土壌の全国平均と同程度であるが、ヒ素でわずかに高い。

水稻玄米中のカドミウム濃度は、汚染地点の

影響をうけて、平均値は全国平均よりやや高いが、関東全体の平均にほぼ近似している。

土壤汚染の立場からは、各重金属等の最高値と、最高値に近以する値の度数、または最高値に近似する値の地域的分布状況に、関心がもたれる。これまでに出現した県内最高値と全国最高値<sup>5,6,7)</sup>を比較してみると、近似の値を示す重金属等はなく、栃木県のほうが低い値で、比較的濃度が高いとみられる、水田土壌の亜鉛及び銅を比較しても $\frac{1}{2}$ から $\frac{1}{4}$ の濃度である。

一方土壤汚染防止法で土壌中銅濃度125ppm、食品衛生法では玄米中のカドミウム濃度1ppmを規制値にしているが、本調査ではこの規制値を上まわる地点は出現していない。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、原因の究明とともに、今後の濃度推移に留意する必要がある。土壌中のヒ素濃度についても規制値(1規定塩酸浸出法でヒ素濃度15~20ppm)が示されているが、分析法が本調査のこれまでの方法と異なるので比較はできない。しかし1規定塩酸浸出法では、本調査で行なっている過塩素酸分解法によるヒ素より低い値を示すことからみて、規制値を超えるものはないと思われる。

畑地に比較して水田は、各重金属等の濃度が高く、水を媒介として重金属等の蓄積が考えられるが、この4か年の年次変化をみると、著しい変化はみられなく、亜鉛を例にとると、初年度にみられた最高値190ppmのような高濃度は、その後出現していない。亜鉛はメッキ工場をはじめ、重金属の中では広く使用されていることから、亜鉛濃度の多少を指標にして汚染度合を推測するという意見<sup>8)</sup>もあり、このことから亜鉛の減少傾向は、好ましいものと思われるが、明らかな年次変化ではないので、汚染軽減化の方向に進行しているとはいえない。

本報告は栃木県全体の動向として、これまでの調査をまとめたが、この中で地域性としては、

水田土壌で銅濃度が足利地方でやや高いことにふれたが、この地域では用水系統別の検討も行っており、それにより銅濃度分布の地域性<sup>1,3)</sup>も明らかになってきている。

## V 摘 要

栃木県の農用地土壌および水稲玄米を対象にして、1971年からカドミウム、銅、亜鉛、1972年から鉛、ヒ素を加えて、分析調査を実施継続中であるが、1971年～1974年の4か年の結果をまとめた。

1. 水田土壌の重金属等濃度の平均値は、カドミウム、亜鉛、ヒ素で全国平均よりわずかに高く、銅、鉛では差がない。

2. 畑土壌の重金属等濃度の平均値は、ヒ素で全国平均よりわずかに高く、カドミウム、銅、亜鉛、鉛では差がない。

3. 樹園地の重金属等濃度は、調査地点の2か所とも亜鉛を除いて、全国平均と同程度であった。

4. 水稲玄米中の重金属等濃度の平均値は、カドミウムで全国平均よりわずかに高く、銅、亜鉛、鉛では差がない。

5. 汚染地点(15点)は、いずれも非火山灰土であつた。

6. 汚染地点を除いた、火山灰土、非火山灰土別の、水田土壌の重金属等濃度は、銅が非火山灰土で明らかに高い。カドミウム、亜鉛、ヒ素では差がない。

7. 汚染地点を除いた火山灰土、非火山灰土別の水稲玄米中の重金属等濃度は、カドミウムが土壌の場合と異なり、わずかに高い。銅、亜鉛、鉛、ヒ素では差がない。

8. 汚染地点を除いた非火山灰土の土性別重金属等濃度は、カドミウム、亜鉛が粘質土壌で高い。

9. 鉱山排水、都市汚水、工場排水に由来する汚染地は、土壌中のカドミウム、亜鉛、銅、鉛濃度が非汚染地より高い。

10. 4か年のうちで土壌中銅濃度が、土壌汚染防止法の規制値 125ppm を、水稲玄米中のカドミウムが、食品衛生法の規制値 1 ppm を上まわつた地点はなかつた。

調査のとりまとめにあたり、種々御指導及び原稿の校閲をいただいた古野土壌汚染科長に、感謝の意を表する。

## 引用文献

1. 古在由直・長岡宗好(1892) 渡良瀬川沿岸被害原因調査に関する農科大学の報告。
2. 環境汚染と農業(1975) 博文社:142.
3. 三宅信ほか(1975) 栃木農試研報20:35~54.
4. 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。
5. 農林省農政局(1972) 昭和46年度土壌汚染防止対策調査成績:6~7
6. 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
7. 農林省農蚕園芸局(1974) 昭和48年度土壌汚染防止対策調査成績
8. 農業公害ハンドブック(1974) 地人書館:115, 127, 153,