

調 査 資 料

農用地土壌の重金属含有量調査

第 1 報 調査の経緯と全県的分布概況

三 浦 竹治郎

は じ め に

秋田県は水田単作を主体とする農業県であるとともに、多くの非鉄金属鉱山を擁した鉱業県でもあった。県に公害対策係が設置された42年当時、富山県のイタイイタイ病が大きな社会問題であった関係もあり、本県の公害関係の重要課題は休廃止鉱山対策であった。45年公害課が設置された以降も休廃止鉱山対策及び農用地土壌汚染対策は一貫した重要課題であった。その結果、本県の農用地土壌汚染防止対策調査は全国一の規模となった。これらの調査結果はそれぞれの対策樹立の基礎資料となり、また年度毎に公表されているが、これらの調査結果を全県的に整理検討して記録しておくことが、今後の土壌汚染防止対策を含む環境対策の資料として必要なことと思う。

I 調 査 の 経 緯

1 調査の種類

本県の鉱業の歴史は古く、西暦700年代にさかのぼる。したがって、鉱廃水による農地の被害は古くから記録されている。明治中期以降、鉱石採掘の大規模化に伴い被害程度も大きくなり、第二次世界大戦中の乱掘によって、その程度は広範かつ深刻な問題となった。このような事情から鉱害防止、鉱害地土壌の改良は重要な研究課題であり、以前から多くの研究調査が行われている。しかし、広範にわたる鉱害地調査または農用地土壌の重金属含有量調査は昭和20年代以降である。それらの主なものは、昭和23～24年低位生産地の改善に関する研究原因別低位生産地の分布に関する研究、昭和27～28年鉱害地土壌の改良に関する試験、鉱害地調査、昭和35～38年雄物川水系、米代川水系農業被害に関する水質汚濁対策調査などである。これらの調査の結果、県内の鉱害地面積は昭和25年調査で3,619 ha、昭和28年調査で2,893 ha、昭和35年調査で4,028 haとなっている。しかし、これらの調査は鉱害地の面積と概況掌握を目的としており、土壌試料採取地点数が少なく、また対象重金属も銅、亜鉛に限られており、農用地土壌の重金属含有量を検討する資料としては十分な資料とは言い難い。

昭和40年代になり富山県神通川流域のカドミウム汚染が契機となって、昭和45年「農用地の土壌の汚染防止等に関する法律」（以下土壌汚染防止法という）が制定された。この時期から農林

省事業として農業試験場が各種の調査を行って来た。その一つは昭和45年から実施された障害性物質特別調査であり、これは昭和47年以降、環境庁事業の土壤汚染防止対策調査細密調査として環境保健部公害課が担当し、52年から農政部土壤汚染対策室で相当しながら現在まで続けられている。これは過去の調査から土壤汚染のおそれある地域で土壤汚染防止法に基づく対策地域の指定に資するため、農用地 2.5 ha に 1 点の割に土壤および玄米を採取し、重金属含有量を分析調査するものである。その二は昭和46年から実施されている土壤汚染防止対策調査（重金属類）概況調査で、県内全域にわたり水田は約 1,000 ha に 1 点、畑は約 2,000 ha に 1 点の割に 140 点を圃場を固定し、毎年土壤と農作物の重金属含有量を分析調査するものである。本調査の結果は県内の概況を知る上で貴重なものである。調査の三は水質汚濁対策調査特殊調査、休廃止鉱山関係農作物等調査、ひ素等有害物質による環境汚染対策調査などで45年から50年まで主要な鉱山地域水系の水田について、重金属類の調査を実施している。実施地域は次のようである。

- 45 年 下内川（377ha）、引欠川（451ha）
- 46 年 米代川上流（1,329 ha）、小坂川（449ha）
- 47 年 松岡（10.8ha）、明利又（36.9ha）、新軽井沢（25.0ha）、堀内（9.2 ha）、岩神（1.0 ha）
- 48 年 明利又（35ha）、軽井沢（25ha）、大葛（10ha）、新城（10ha）、立又（4.0ha）、大比立（13.0ha）、大倉（1.5ha）、畑（2.0ha）、不老倉、来満新不老倉（1.0ha）、畑野（2.0 ha）、松葉（4.2 ha）
- 49 年 黒沢（30ha）、別所（50ha）、湯の岱（40ha）、湯の里（30ha）
- 50 年 院内（79ha）、笹子（62ha）、田子内（87ha）、八幡平熊沢（160 ha）

これらの調査は土壤、農作物、灌漑水、鉱山等総合的なものであるが、試料数が比較的少い地域もあり、地域の実態を十分に掌握し難い地域もある。しかし、概況を知るには貴重な資料である。

昭和45年6月末に北秋田郡比内町弥助で上流の立又鉱山の鉱廃水による井戸水の汚染問題が起り、一部の政党、科学者、医師などによって調査が行われ、住民の健康に重金属障害を指摘した。また県が7月中旬に行った調査でも44年産米に一部カドミウム含有量の多いものが発見された。当時の富山県のイタイイタイ病問題、土壤汚染防止法制定、10月に実施された厚生省の緊急点検調査などとの関連も考慮して、県では鉱山周辺環境調査として、県内鉱山周辺において、水田土壤と玄米の重金属含有量調査を実施することとし、主要20鉱山の周辺または灌漑水系の水田について調査を始めた。

昭和48年に、47年7月9日の米代川洪水によって堤防が決壊した米代川河口附近の能代市中川原の環境調査の一環として、同地の47年産米を調査したところ、Cd含有量の多い米が見つ

り、水田土壌の重金属蓄積が米代川の中下流域まで及んでいることが推定された。収穫期に米代川中下流域の洪水常習氾濫地域の水田土壌、玄米の調査を行ったところ、数地域でCd含有量1㎍以上の玄米が見つかり、土壌中の重金属含有量の多いことが判明した。

以上の調査経緯から、米代川流域水田では土壌中重金属含有量の多い水田が鉾山周辺のみならず、洪水常習氾濫域全域にわたることが判明した。県としては、土壌汚染対策の抜本的施策の実施が必要となり、昭和48年11月に土壌汚染対策基本方針を策定した。

土 壌 汚 染 対 策 基 本 方 針

第 1 目 的

この基本方針は、県内における農用地の重金属による土壌汚染の実態をは握し、その防止対策を積極的に推進するため策定する。

第 2 調査の実施

重金属による土壌汚染のおそれのある農用地を対象におおむね2ヶ年計画により次の調査を実施する。

1. 概 況 調 査

おおむね10haの割合で土壌の重金属含有量を調査する。

2. 細 密 調 査

おおむね2.5 haの割合で土壌および立毛玄米の重金属含有量を調査する。

第 3 以 下 略

昭和49年2月、県南部平鹿地域の産米からCd含有量の高い玄米が発見され、緊急に行った保有米および水田土壌の重金属含有量調査から、平鹿盆地の広範な範囲にわたる重金属蓄積が判明した。

以上の経緯を経て、昭和49年度の土壌汚染防止対策調査細密調査は県北米代川洪水常習氾濫地域と県南平鹿盆地の大半を含む22市町村4,750 haにわたって実施された。これらの地域については、50年以降も調査が継続され、その一部は農用地土壌汚染対策地域に指定し、対策事業が実施され、一部安全の確認された地域は調査から除外された。

昭和49年、県公害課は環境庁委託事業として、米代川流域カドミウム等蓄積性汚染環境調査を実施した。本調査は重金属等蓄積性汚染物質による環境汚染が想定される広域にわたる汚染地域で、鉾山、河川、農用地等を総合的に調査し、汚染機構の解明と汚染地域の概定を行おうとするもので、県北部の休廃止鉾山を含む全鉾山、全河川、農用地33,000 haについて調査を実施した。農用地土壌については、25haに1点の割合に表層土壌を採取し、Cu、Zn、Cd、Asの含有量を調査した。

昭和50年には、県南雄物川流域でも同じ調査を実施し、農用地 60,000 haについて調査を実施した。

以上の各種調査を通じて、秋田県水田 123,000 haの内、県北部、県南部の農用地約 90,000 haについてかなり詳細に調査したことになり、以前から汚染が確認されている一部河川流域については、二重三重の詳細な調査が実施された事になる。そのほか、鷹巣町葛黒地区、水沢川下流域、成瀬川流域、大湯川流域等緊急に調査した地区も多い。

県の調査以外では、昭和30年代に秋田大学齊藤喜亮氏等が県内鉱害地の土壌、農作物、野草等の Cu、Zn、Mn、の含有量調査を行っており、貴重な資料である。また各鉱山でも農業補償資料として多くの調査を実施しているが、公表されたものは少ない。

2 休廃止鉱山の分布状況

本県の農用地土壌中重金属類蓄積がその大半を鉱山に由来することは論をまたないところである。したがって、土壌調査結果を検討する上で、鉱山の分布、稼行状況は極めて重要な意味を持つものである。

本県では公害課が極めて精力的に県内休廃止鉱山の調査を実施し、昭和45年には 115 鉱山、昭和49年には 148 鉱山を確認し、それら鉱山の現況、水質等を明らかにしている。これらの鉱山の中で監視を必要とする約50鉱山については、毎年継続調査を実施した。また、土壌汚染対策事業費事業者負担計画策定資料として、齊藤実則博士に委託して、ほぼ全県にわたって、休廃止鉱山の調査を行った。

その結果、数多くの休廃止鉱山の存在が明らかになり、昭和55年の公害課の資料によれば、これらの鉱山中現在所在の確認されているものは 238 鉱山（非鉄金属鉱山 202）である。また稼行鉱山は 9 鉱山である。このほか、各種資料から、なお相当数の鉱山の所在が推定されるが、地図上で所在地を確定できないものが多く、本報告では非鉄金属鉱山 230 鉱山を図一 1 に示した。本県の鉱山の実態は、その始まりが西暦 700 年代であり、数も数百にのぼると推定されるだけに正確なことは掌握できない。特に古文書に記録されている鉱山の中には同山異名もあり、また稼行休止転売のくり返しであり、系統的に掌握しにくい。また阿仁11山に象徴されるように大規模鉱山では多くの支山を持つ場合や、一名称の下に郡小鉱山を包含して記録している場合もあり、本図でも数鉱山を包含した地点もある。

本県の鉱山は、奥羽山脈の西側に集中しており、鹿角市、大館市、小坂町、比内町、西木村で半数以上をしめる。また密集している点も特徴で、小坂川流域34鉱山、大湯川29鉱山、阿仁川流

域、藩政時代65、明治以降29鉱山、藤琴川流域29鉱山、また荒川、松木内川、成瀬川、皆瀬川等全て鉱山密集地である。

今後さらに鷹巣町、比内町、大館市の県北中央部と松木内川流域の調査を行えば、さらに明確な分布が判明すると思う。

3 細密調査

各種の土壤中重金属含有量調査の中で、調査密度の高いのは土壤汚染防止対策調査細密調査（45、46年障害性物質特別調査、45～48年県単調査の鉱山周辺環境調査を含む）であり、土壤汚染防止法による農用地土壤汚染対策地域の指定の為の調査である。本調査は種々の事前調査によって、或る程度土壤中の重金属含有量の多い事が確実な場所が選定されており、本調査の実施経過をたどることにより、本県水田の重金属類蓄積地点を裏付けることができる。

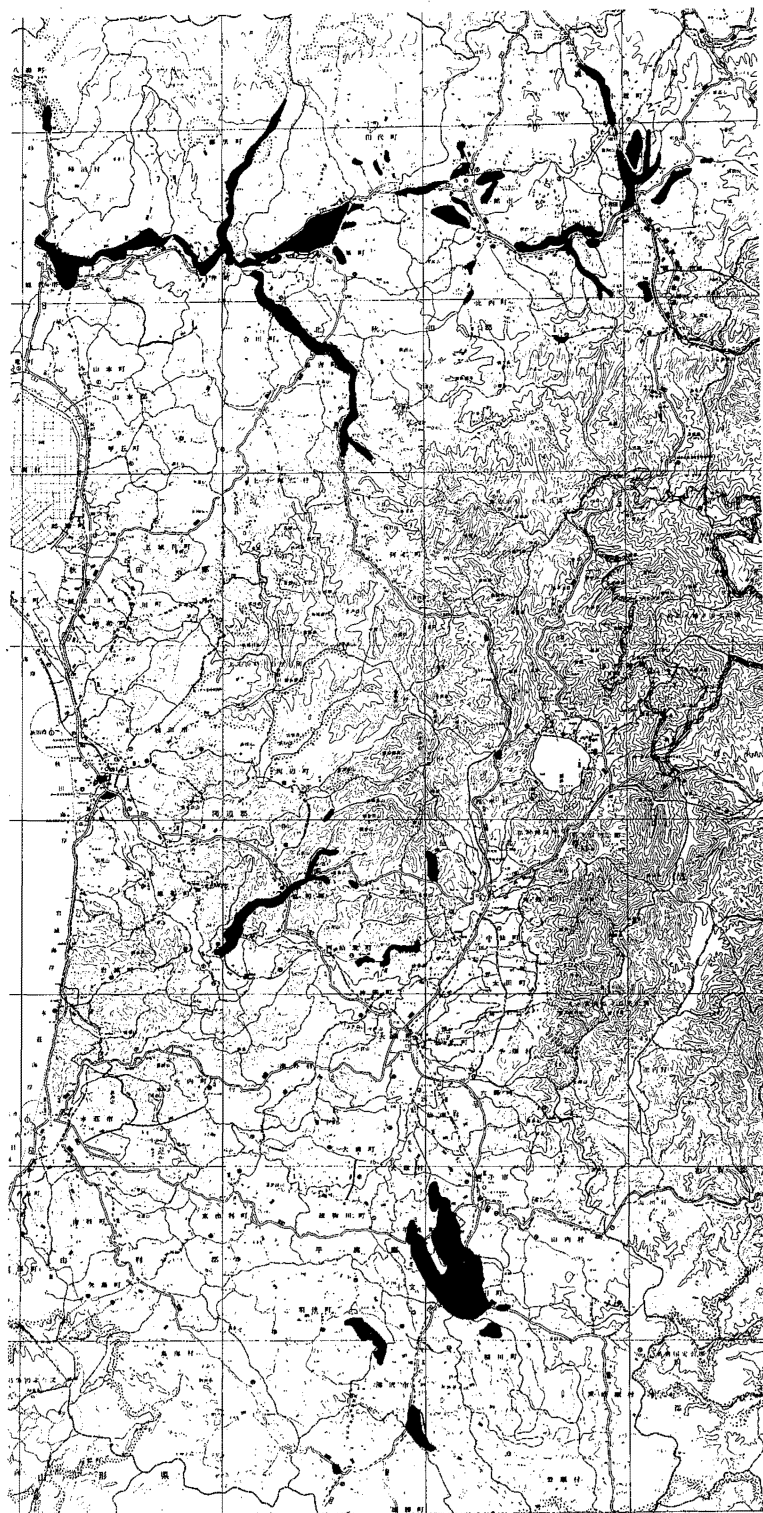
昭和45年から55年までの年次別調査面積及び調査地点は第1、2表、図2のようである。

表一 1 年次別細密調査実施状況

年次	市町村数	対象面積(ha)
45	14	1,245.8
46	13	872.5
47	16	945.0
48	23	949.0
49	22	4,750.0
50	18	3,314.0
51	16	2,084.0
52	16	1,305.0
53	15	1,033.0
54	15	879.0

表-2 細密調査実施地域

市 町 村 名	地 区 名	対象地実面積 (ha)
鹿 角 市	高清水川、汁毛川、甚兵衛川原、瀬田石、石野、土深井、三矢沢、尾去西道、下折土	334.0
	中通風張(畑)	150.0
小 坂 町	小坂川流域	296.9
	上向台(畑)	150.0
比 内 町	弥助、大葛、笹館	62.2
大 館 市	大館、別所、軽井沢、猿間、葛原	543.5
田 代 町	比立内、茂屋、中仕田、大巻、外川原	145.3
阿 仁 町	} 阿仁川流域	} 290.0
森 吉 町		
合 川 町		
鷹 巣 町	米代川流域	746.0
藤 里 町	藤琴川流域	224.2
二 ツ 井 町	米代川流域	109.8
能 代 市	〃	269.0
八 森 町	発 盛	31.0
秋 田 市	川尻、茨島	57.5
協 和 町	荒川、庄内、板井沢、落合	506.0
西 仙 北 町	杉沢、柳沢、楯越、鳥井野	114.0
西 木 村	相 内	4.2
角 館 町	雫田、野田	38.0
横 手 市	清水新田	64.0
平 鹿 町	成瀬川取水堰掛	1,515.0
十 文 字 町	〃	500.0
増 田 町	〃 吉野、荻の袋	780.0
稲 川 町	大倉、東福寺	75.0
羽 後 町	羽後大戸川流域	211.4
湯 沢 町	相川、新城	220.0
雄 勝 町	上 院 内	25.0
26 市 町 村		7,462.0



図一2 細密調査実施地区

4 概 況 調 査

県では昭和48年から50年にわたり、地域の実情から、水田土壌中の重金属含有量が多いと判断される地域について、水田面積10haに1点の割に土壌を採取し、重金属類を分析調査し、おおよそ Cd 濃度 1 ㎍以上の地域は細密調査に移した。概況調査から細密調査に移されなかった地域の対象水田面積は表一3 のようである。

表一3 土壌概況調査実施状況

市 町 村 名	地 区 名	対象地実面積 (ha)
鹿 角 市	小豆沢、桜内、黒沢、土深井、花軒田、甘露、小割沢	127
比 内 町	大葛、谷地中	421
二 ツ 井 町	米代川流域	150
協 和 町	南明谷地、比丘島、横道	9
西 仙 北 町	強首、半道寺、長持沢	170
角 館 町	入見内川下流	140
横 手 市	猪 岡	110
平 鹿 町	成瀬川取水堰掛末端	340
大 雄 村	全 域	513
雄 物 川 町	会 塚	62
湯 沢 市	新 城	20
稲 川 町	東 福 寺	5
羽 後 町	羽後大戸川流域	140
雄 勝 町	上 院 内	25

II 県内水田土壌の重金属含有量について

県内水田土壌の重金属類含有量の調査を広域にわたって行ったのは、農試が昭和46年以降毎年県内全農地について140の抽出圃場で行っている土壌汚染防止対策概況調査と公害課が昭和49、50年に米代川流域、雄物川流域の農地93,000 haについて行ったカドミウム等蓄積性汚染環境調査である。両調査の試料採取密度は、前者で1,000 ha（畑地では2,000 ha）に1点の割で、後者で25 ha（一部で100 ha）に1点の割である。土壌は深度15cmまでの表層土であり、分析法は土壌汚染防止法にかかわる省令による稀塩酸抽出法である。

この両調査のデータによって、県内水田土壌中の Cu、Zn、Cd 含有量について概観を試みる。

1. 各金属の平均値について

概況調査の一般水田の含有量平均値を表－4に示す。環境調査の平均値を表－5に示す。

表－4 重金属類概況調査

単位： $\mu\text{g}/\text{kg}$

金属名	全 国		東 北 地 方		秋 田 県		雄物川流域		米代川流域		中 央 部	
	地点数	平均値	地点数	平均値	地点数	平均値	地点数	平均値	地点数	平均値	地点数	平均値
Cu	2,753	7.2	542	6.1	109	7.4	50	6.50	19	19.03	39	5.0
Zn	2,753	12.1	542	13.6	109	12.5	50	10.11	19	16.45	39	13.2
Cd	2,753	0.4	542	0.5	109	0.6	50	0.61	19	0.93	39	0.47

昭和48年度

表－5 蓄積性汚染環境調査

1) 両 流 域

地点数 3,103

金属名	平 均 値	標準偏差値	変 異 係 数	最 高 値	M + 3 σ
Cu	11.0	22.7	2.07	375.0	79.1
Zn	13.8	23.4	1.69	438.5	84.0
Cd	0.66	0.82	1.24	9.62	3.12

2) 米代川流域

地点数 1,330

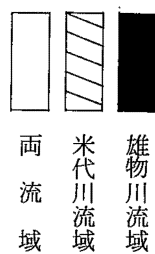
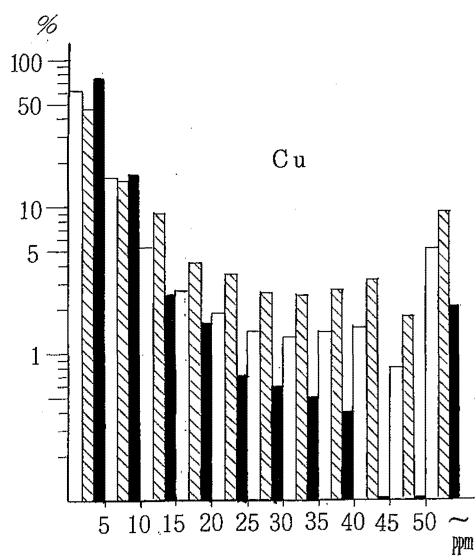
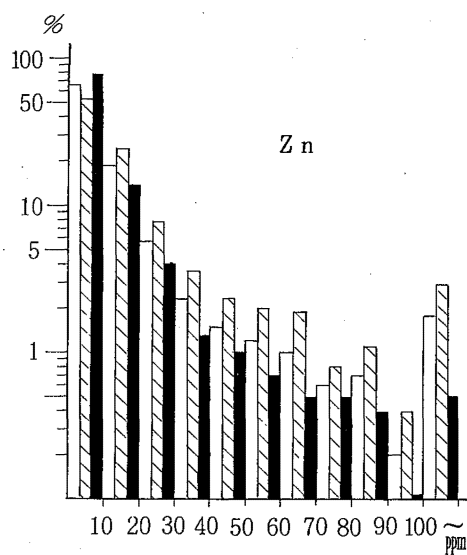
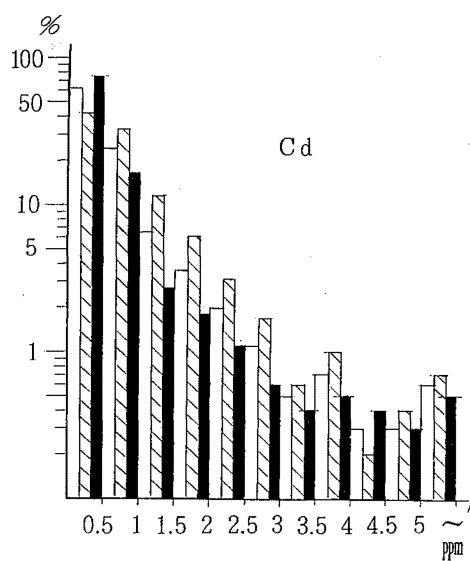
金属名	平 均 値	標準偏差値	変 異 係 数	最 高 値	M + 3 σ
Cu	17.0	27.7	1.63	375.0	100.1
Zn	18.8	27.4	1.46	235.0	101.0
Cd	0.84	0.87	1.04	8.10	3.45

3) 雄物川流域

地点数 1,773

金属名	平 均 値	標準偏差値	変 異 係 数	最 高 値	M + 3 σ
Cu	6.5	16.6	2.57	286.2	56.3
Zn	10.1	18.9	1.88	438.5	66.8
Cd	0.52	0.75	1.44	9.62	2.77

概況調査結果から概観する限りでは、本県の水田土壌重金属類含有量は Cu、Cd で幾分高く、Zn で中庸な値である。県内の地域的分布では Cu、Cd で、県北部が県南、中央部に比較して格段に高い濃度を示している。Zn でもこの傾向は同じである。この傾向は地点数の多い環境調査ではより明瞭に示されている。この調査では、汚染地域も含まれているので、その地域数の多少が平均値に影響する。しかし、図－3 の濃度別度数分布図に示されるように低濃度域への集中度が県北部に比較して県南部で顕著であり、濃度水準の相異を示している。これは両地域の地質学的环境の特徴を示すものであり、本県の水田土壌中重金属類含有量について検討する場合、単に全県的な傾向の中で検討するのではなく、県北部を別個に検討しなければならないことを示唆するものである。



図一 3 濃 度 別 度 数 百 分 率

地域的な濃度分布、特に高濃度地点の分布を検討する上で、地域内の高濃度の基準を定める必要がある。ここでは分析値を対数変換して正規分布化し、平均値 (m)、標準偏差 (σ) を算出し、分析値を $m - \sigma$ 以下 (Ⅰ)、 $m - \sigma \sim m$ (Ⅱ)、 $m \sim m + \sigma$ (Ⅲ)、 $m + \sigma \sim m + 2\sigma$ (Ⅳ)、 $m + 2\sigma$ 以上 (Ⅴ) の5階級に階級分けし、階級別度数分布 (表一6) と、 $m + 2\sigma$ 以上の高濃度地点の分布 (表一7) を示した。これらの結果から、県南部と県北部との濃度水準の相違が顕著に示され、また両地域内の高濃度地点が極く限られた数であり、小数の地域に分布していることが示される。

土壌汚染防止法では水田土壌中の銅含有量について 125 ppm の基準値を定めている。本調査では試料採取法が異なるが、参考に 125 ppm 以上の地点を選出した結果は、米代川流域 17 地点、雄物川流域 7 地点で、地域は夜明島川流域 1、米代川上流域 3、大館周辺 6、長木川流域 1、阿仁川流域 2、大湯川、小坂川、引欠川各 1、淀川 5 である。

表一6 重金属濃度別度数分布表

金属名	区分	全 体			米 代 川 流 域			雄 物 川 流 域		
		濃度範囲 (ppm)	地点数	%	濃度範囲 (ppm)	地点数	%	濃度範囲 (ppm)	地点数	%
Cu	Ⅰ	1.1 以下	361	11.6	1.3 以下	212	15.9	1.2 以下	194	10.9
	Ⅱ	1.1 ~ 4.2	1,335	43.0	1.3 ~ 6.1	487	36.6	1.2 ~ 3.3	660	37.2
	Ⅲ	4.2 ~ 16.3	928	29.9	6.1 ~ 29.6	372	28.0	3.3 ~ 9.4	755	42.6
	Ⅳ	16.3 ~ 63.1	382	12.3	29.6 ~ 144.6	248	18.6	9.4 ~ 27.0	101	5.7
	Ⅴ	63.1 以上	97	3.2	144.6 以上	11	0.9	27.0 以上	63	3.6
Zn	Ⅰ	3.0 以下	381	12.3	3.8 以下	163	12.3	2.7 以下	212	12.0
	Ⅱ	3.0 ~ 7.8	1,374	44.3	3.8 ~ 10.5	555	41.7	2.7 ~ 6.4	809	45.6
	Ⅲ	7.8 ~ 20.5	902	29.1	10.5 ~ 29.6	412	31.0	6.4 ~ 14.8	508	28.7
	Ⅳ	20.5 ~ 53.8	286	9.2	29.6 ~ 83.2	148	11.1	14.8 ~ 34.7	168	9.5
	Ⅴ	53.8 以上	160	5.1	83.2 以上	52	3.9	34.7 以上	76	4.2
Cd	Ⅰ	0.19 以下	359	11.6	0.24 以下	177	13.3	0.17 以下	227	12.8
	Ⅱ	0.19 ~ 0.44	1,378	44.4	0.24 ~ 0.58	490	36.8	0.17 ~ 0.36	740	41.7
	Ⅲ	0.44 ~ 1.03	901	29.0	0.58 ~ 1.39	460	34.6	0.36 ~ 0.76	605	34.1
	Ⅳ	1.03 ~ 2.40	343	11.1	1.39 ~ 3.32	169	12.7	0.76 ~ 1.63	113	6.4
	Ⅴ	2.40 以上	122	3.9	3.32 以上	34	2.6	1.63 以上	88	5.0

表一 7 高濃度地点分布流域

流 域 名	Cu	Zn	Cd	Cu Zn Cd	Zn Cd	備 考
米代川上流	3	5	8	2	2	尾去沢周辺
大 館 周 辺	3	15	13	1	10	
藤 琴 川		14	5		5	
小 坂 川	1	3	2		2	小坂地区除外
平 鹿 地 区	22	58	79	18	34	
皆 瀬 川	4					大倉、東福寺
桧 木 内 川		3				
八 見 内 川	4					
淀川・荒川	19	4	2			

2 各地域の濃度分布について

米代川流域、雄物川流域の環境調査の分析値を各河川流域を主体とした各地域毎に整理し、各金属毎に、平均値、最高値、各金属間の相関係数を表一 8 に示した。

銅については平均値が極めて明瞭に 2 つのグループに区別される。亜鉛、カドミウムにおいても、その傾向は明瞭であるが、中間移行値が若干あり、銅程鮮明ではない。これらは高濃度地域の蓄積負荷が地質的要因を超えて明らかに人為的なものの比重が相当に大きいことを示唆するものである。

各金属間の相関係数的では、3 金属間で相関の高い流域はごく少なく、それらも濃度との間に共通した傾向はない。概観的に亜鉛とカドミウムの間に相関が高く、銅と亜鉛（カドミウムも含めて）との間に相関が低い傾向は否めないが、これらも濃度との間に共通した傾向を見出し難い。

また、各金属間の比は自然賦存量や負荷源を検討する上で重要な要因とされているが、代表的な河川流域で計算した $\Sigma (Zn / Cu) / n$ 、 $\Sigma (Zn / Cd) / n$ は意外に変動が少い。

これらのことは、本県では黒鉱型の大規模鉱山が多いにもかかわらず、これら鉱山の鉱種の影響が水田土壤中に素直に表現されていないことを示すものである。このことについては次の機会に検討することとする。

表一 8 河川流域、水田土壌別重金属濃度

地 域 名	試料数	銅		亜 鉛		カドミウム		相 関 係 数			濃 度 比	
		平均値	最高値	平均値	最高値	平均値	最高値	Cu—Zn	Cu—Cd	Zn—Cd	Zn / Cu	Zn / Cd
熊 沢 川	26	2.0	10.5	10.7	24.6	0.91	1.95	0.44	0.54	0.78		
夜 明 島 川	16	27.0	130.0	9.9	22.0	0.88	1.42	0.08	-0.19	0.63		
米 代 川 上 流	98	29.4	375.0	20.9	123.0	1.44	6.75	0.57	0.28	0.76	1.55	14.37
大 湯 川	42	29.8	145.0	19.8	159.0	0.93	2.85	0.24	-0.01	0.71	1.77	18.56
小 坂 川	36	34.5	270.0	36.3	161.0	1.81	4.60	0.52	0.22	0.69	1.78	18.95
大 館 周 辺	118	31.4	165.0	38.3	168.0	1.71	7.00	0.43	0.57	0.82	3.36	21.54
長 木 川	38	7.2	20.3	21.0	72.0	1.06	3.60	0.58	0.46	0.68	3.43	20.46
長 木 川 下 流	25	33.2	145.0	30.6	124.0	0.79	1.98	0.65	0.61	0.95	1.76	33.26
下 内 川	19	6.2	17.8	16.9	157.0	0.65	2.85	0.66	0.70	0.96		
犀 川	54	18.4	79.0	14.7	89.0	0.78	2.25	0.20	0.24	0.50		
引 欠 川	30	11.1	158.0	28.1	136.0	1.08	2.85	0.07	0.53	0.51	6.25	24.69
山 田 川	10	5.0	15.5	7.0	15.5	0.60	1.10	0.77	0.08	0.49		
岩 瀬 川	25	2.2	6.5	13.7	70.0	0.76	3.00	0.21	0.21	0.97		
早 口 川	26	1.3	4.5	13.2	180.0	0.94	8.10	0.08	0.06	0.99		
綴子川・糠沢川	20	3.6	11.0	12.4	93.0	0.50	1.50	0.81	0.78	0.87		
鷹 巣 周 辺	63	22.2	78.0	24.1	92.0	1.11	4.80	0.45	0.57	0.93		
小 猿 部 川	25	3.3	18.0	10.0	54.5	0.45	1.05	0.17	0.18	0.82		

品 類 川	13	5.3	14.5	16.6	62.5	0.66	1.83	0.87	0.92	0.98		
小 森 川	11	3.3	8.0	8.3	24.0	0.58	0.97	0.01	0.43	0.65		
阿 仁 川 上 流	34	25.2	205.0	11.2	111.0	0.46	1.68	0.65	0.62	0.51	2.50	21.43
阿 仁 川	74	32.9	121.0	9.3	65.5	0.43	0.93	0.05	0.48	0.31		
小 又 川	15	4.2	6.8	7.1	13.6	0.36	0.52	-0.03	-0.02	0.12		
小 阿 仁 川	50	4.1	27.0	7.2	18.8	0.32	0.58	0.10	0.34	0.42		
藤 琴 上 流	22	14.9	40.0	98.6	225.0	2.04	4.65	0.48	0.49	0.96	6.47	41.18
藤 琴 川		16.3	31.5	58.6	135.0	1.50	3.52	0.59	0.48	0.95		
粕 毛 川	11	3.1	5.9	6.1	16.5	0.43	0.63	-0.41	0.28	0.54		
種 梅 川・常盤川	26	4.0	12.0	7.5	15.0	0.35	0.65	0.43	0.56	0.58		
内 川	16	2.0	3.3	7.9	13.1	0.26	0.52	0.83	0.55	0.73		
能 代 周 辺	124	26.3	105.0	13.9	89.5	0.59	1.80	0.25	0.54	0.74		
能 代 北 部	56	2.4	9.9	5.1	16.3	0.27	1.00	0.53	0.45	0.68		
能 代 南 部	48	3.1	14.9	7.2	47.5	0.24	0.93	0.44	0.49	0.43		
雄 物 川 上 流	95	4.6	94.4	9.7	438.5	0.23	5.25	0.43	0.36	0.99		
高 松 川	16	1.6	4.0	3.9	8.0	0.16	0.49	0.73	0.72	0.45		
湯 沢・平 鹿	515	6.8	98.8	16.1	291.0	0.93	9.62	0.66	0.73	0.82		
皆 瀬 川 下 流	17	21.0	77.4	9.0	33.7	0.46	1.25	0.70	0.77	0.90		
成 瀬 川	27	3.9	18.3	7.7	42.4	0.36	1.54	0.85	0.81	0.97	2.22	19.84
大 曲 周 辺	167	2.3	5.6	5.4	35.5	0.32	1.54	0.14	0.03	0.81		

地 域 名	試料数	銅		亜 鉛		カドミウム		相 関 係 数			濃 度 化	
		平均値	最高値	平均値	最高値	平均値	最高値	Cu—Zn	Cu—Cd	Zn—Cd	Zn /Cu	Zn /Cd
仙北平野・横手盆地	306	4.7	286.2	6.9	61.5	0.33	1.94	0.68	0.60	0.68		
窪 堰 川	41	4.0	7.5	4.4	8.1	0.42	0.76	0.37	0.05	0.33		
川 口 川	54	4.9	12.7	3.8	10.2	0.36	0.57	0.27	0.21	0.50		
斉 内 川	12	4.6	7.1	12.1	34.5	0.78	1.49	0.52	0.54	0.89		
玉 川	171	3.6	53.6	4.6	19.8	0.35	1.01	0.46	0.31	0.66		
桧 木 内 川	59	3.8	15.2	10.5	78.8	0.38	0.75	0.14	0.47	0.32	3.27	27.97
入 見 内 川	9	34.6	78.8	12.6	27.3	0.71	1.50	0.90	0.82	0.76		
神岡町・協和町	74	4.9	28.5	6.2	18.2	0.34	0.79	0.48	0.30	0.57		
土 買 川	31	6.1	56.7	9.6	47.6	0.49	2.88	0.91	0.48	0.57	2.16	21.33
淀 川 ・ 荒 川	52	42.4	218.4	19.8	194.5	0.57	2.34	0.39	0.52	0.41	3.15	35.38
雄和町・秋田市	76	4.8	11.3	8.3	20.7	0.29	0.64	0.44	0.56	0.75		

む す び

本県における水田土壤中重金属類含有量調査は経時的には、県北鉾山周辺、米代川流域洪水常習氾濫地域、県南平鹿盆地と重点を移して来た。その結果は実に26市町村 7,500 haに及ぶ地域について細密調査を実施し、概查的調査としての環境調査は県内全農地の三分の二を超える 93,000haに及んだ。この調査地域は県内の鉾山分布状況から判断して、調査を必要とするほぼ全地域を網羅している。したがって、本県では、土壤汚染防止法にかかわる水田土壤中のカドミウム関係の調査はほぼ終了したと考えてよい。銅関係については試料採取法が異なる関係から現有データーは法的には適用できないが、地域的データーは十分に掌握したと言える。ひ素のデーターについては次の機会に検討する。

地域の土壤中重金属類含有量を検討する場合、まず自然賦存量と地域の平均含有量の検討が必要である。この資料では、全ての分析値は土壤汚染防止法にかかわる水田表層土（0～15cm）であり、0.1 N塩酸抽出法である。

水田土壤は多くの場合成因的に上流部からの堆積土であり、多量の灌漑水を受け入れ、多量の浸透水があり、毎年乾湿のくり返しと耕起攪拌が行われ、多量の施肥と作物による収奪がある。このように自然土壤とは全く異なる生態を持つものなので、重金属類含有量の自然賦存量も地球化学的データーや山林原野の数字を参考にするわけに行かない。どうしても特別な汚染負荷のない普通水田表層土の平均値を用いざるを得ない。普通水田の分析値から判断すれば、本県の県北地域は明らかに他の地域と異った濃度水準を持っており、全県的な平均値で検討することは無理がある。県北部には独自の数値が必要であり、次回に具体的に検討する。

本資料の分析値に少数ながら極端な高濃度の異常値が見られ、地域間の比較を行う場合の平均値、相関係数、量比に影響しており、標本採取密度のあらい本調査では、これらの地点の詳細な調査によって、その数値の持つ意味を裏付けなければならない。特に人為的蓄積負荷の多い地域では、これらの作業なしに単純に統計的に処理することは地域の実情にそわない危険がある。次の機会に細密調査との関連で地域毎の検討を行いたい。

本資料中の環境調査の目的の一つは蓄積負荷源の特定にあるが、本調査の分析値からは多くの資料を得られなかった。その一因は土壤中重金属類全含有量が測定されておらないことである。一部重金属では全量と抽出量との間に回帰式が提示されているが、本県についてもさらに検討し、蓄積負荷源の特定の為の調査法を検討しなければならない。

本資料に用いた環境調査のデーターはまだ未検討の多くの内容を内蔵した、本県の土壤中重金属類含有量を示す極めて貴重なデーターである。

終りに、多くの資料を提供していただいた秋田農試化学部の方々にお礼を申し上げるとともに、データーの計数処理を行った藤田敦子嬢に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 秋田県農事試験場（1950）：秋田県に於ける低位生産地の分類並に分布に関する調査成績
- 秋田県土地改良部（1962）：雄物川水系農業被害に関する水質汚濁対策調査報告書
- 秋田県土地改良部（1964）：米代川地区水質汚濁対策調査報告書
- 秋 田 農 試（1953）：鉍害地土壤の改良に関する試験成績書
- 秋 田 県（1975）：米代川流域カドミウム等蓄積性汚染環境調査報告書
- 秋 田 県（1976）：雄物川流域カドミウム等蓄積性汚染環境調査報告書
- 秋 田 県（1970—78）：公害白書
- 秋 田 県（1974—79）：農用地土壤汚染対策の概要
- 秋田県農業試験場（1970—74）：土壤汚染防止対策調査成績書
- 秋田県農業試験場（1967）：秋田県農業試験場七十年史
- 秋田県農業試験場（1971）：技術研究八十年の歩み
- 秋 田 県（1968）：秋田県鉍山誌
- 秋 田 県 公 害 課（1974）：秋田県における鉍害の現状と対策
- “ （1976）：秋田県の休廃止鉍山資料
- “ （1980）：秋田県における休廃止鉍山
- 斉藤 実則（1973—80）：秋田県休廃止鉍山調査資料（秋田県公害課委託調査資料）
- 斉藤 喜亮（1956、59）：鉍害地産植物成分に関する研究（第1、2報）、秋大学芸学部研究紀要6、9輯同
- “ （1961、62）：同上（第3～9報）、日土肥雑 Vol 32～33