

(5) 重金属などによる土壌汚染の現状と問題点

津 野 林 士
(大分県農業技術センター)

The Present Status and Problems of Soils Contaminated with
Heavy Metals and Others in Ōita Prefecture.

大分県では、鉱山排水、地熱発電排水、工場排煙などによる土壌汚染が問題になり、調査、対策に関する研究および対策を実施しているので、その概要について報告する。

1. カドミウム関係

大野川の支流奥岳川の上流に尾平、豊栄などの鉱山があり、戦後 Cu, As を採掘し、選鉱排水を奥岳川に放流したため、奥岳川より取水する水田約 200ha に As, Cu 害が発生し、収穫皆無田も少くなかった。県では昭和22年以来対策の研究を進めてきたが、結局土木的方法によることになり、昭和27～31年に 157ha の天地返しや作土の入替が行なわれた。なお鉱山側も排水の中和など除毒施設を実施してきたが、間もなく閉山した。

昭和31年豊栄鉱山で Zn, Sn 硫化鉄の採鉱を始めたが、昭和43年この鉱山排水に 4.4ppm の Cd が検出され、(大分県工試)、奥岳川より取水する宇田枝井路水系(大野郡清川村)の水田産玄米より 0.15～1.91ppm の Cd が検出された(岡山大学)。

昭和45年5月 清川村左右知他3部落がカドミウム汚染要観察地域に厚生省より指定された。以来この地区に対する汚染状況の調査、Cd 対策に関する現地試験などが積極的に実施された。

1) 地力保全調査—障害性物質特別調査

Cd 排出源とみられる豊栄鉱山排水合流点より下流の奥岳川より取水する清川村の水田180haについて、1ha

1点の割で土壌および玄米の調査を実施した。その結果
①土壌中 Cd は表層(0～15cm)で10.66～0.15、平均 2.27ppm、次層(15～30cm)は 5.10～0.00、平均 0.83ppm であった。

②土壌中 Zn は表層で、437.3～2.3、平均 105.3ppm、次層で、277.5～0.0、平均 37.8ppm であった。

③土壌中 Cu は表層で平均 4.9ppm、As は表層で平均 24.6ppm で問題はなかった。

④玄米中 Cd は2.19～0.03、平均 0.45ppm であった。

⑤土壌中 Cd 濃度と玄米中 Cd 濃度との相関係数は 0.46で低かった。

⑥グライ土壌では土壌中 Cd 濃度が高くても玄米中

Cd 濃度は高くなかった。

そして⑤⑥はその後の Cd 対策の試験を進める上での一つの指針となった。なお玄米中 Cd 濃度 1ppm 以上の水田は翌年度より休耕した。

2) 水質汚濁防止対策調査

九州農政局の委託で、清川村左右知の土壌中 Cd 濃度約 10ppm の水田で、3ヵ年試験を実施しつぎの結論をえた。

①作土を排除し、非汚染土壌を客土すれば Cd 濃度 0.15ppm 以下の玄米が産出される。

②石灰質資材は土壌 pH を 0.5程度高くすることにより、水稻の Cd 吸収抑制率25%程度を期待できる。

3) 鉱毒対策工事試験

土壌中 Cd 濃度と玄米中 Cd 濃度との相関関係が低いこと、同一ほ場の水稻玄米 Cd 濃度の年次変動の大きいことなどから、石灰などの吸収抑制資材、または湛水栽培など水管理による水稻の Cd 吸収抑制は、その確実性に問題があると考えられたので、つぎのような土木的な改良法を策定し、試験を実施した。

I 型工: 作土15cmを削取り床締後作土を埋戻す。

II 型工: 水田 2～3枚をせまち直しした後、床締、新規土15cm搬入。

I 型工は玄米中 Cd 0.4ppm または土壌中 Cd 2ppm の地区に、II 型工は玄米中 Cd 1.0ppm 以上または玄米中 Cd 0.4ppm 以上で土壌中 Cd 2ppm 以上の地区に適用する。

試験結果は

① I 型工では玄米中 Cd 濃度を確実に 0.4ppm 以下に低下させることは困難であった。

② II 型工は表 1 のとおり、玄米中 Cd 濃度は著しく低

表 1 II 型工と玄米中 Cd 濃度

区 分	工事 (40点)		無工事 (20点)	
	47年	46年	47年	46年
平均	0.10	0.18	0.49	0.74
標準偏差	0.07	0.11	0.29	0.34

(ppm)

下し効果が明確であった。

このように、床締し減水深を減ずることにより土壌を還元的にし、Cd の吸収を抑制しようという考え方は実用的には成功しなかった。したがって I 型工はせま直し後床締に工法を変更した。

4) 奥岳地区カドミウム対策 (まとめ)

玄米および土壌中 Cd 濃度により、I 型工区、II 型工区、無工事区に区分し、工事は昭和47年度より着工した。なお無工事区は総合対策をつぎのとおり決定した。

石灰質資材の施用

材料 消石灰、苦土炭カル、炭カル (硅カル)

施用量 pH7~7.5, かんしょう能から算出する。

施用時期 移植前20日前後

②水管理

中干は中止、落水期は収穫作業に支障のない範囲で遅くする。

2. 砒素 関 係

砒素による汚染は、鉾山排水の奥岳、山香、地熱発電排水の湯坪、工場排煙の佐賀関の各地区で問題になった。

1) 汚染の状況

(1) 奥岳地区

前述のようにこの地区は鉾害対策事業が実施され、その後被害は軽減し問題とならなかった。しかし、昭和45年障害性物質特別調査および47年の調査で As による汚染が認められた。例えば昭和47年の調査で水田土壌中の As 含量は表層で320~27平均 115ppm であった。

(調査点数30)

土壌中 As 濃度が低くないに拘らず水稻の生育障害が比較的少ないのは、昭和22~28年にわたりこの地区で実施された試験結果に基づいて、節水、中干などの酸化的栽培法が定着しているためと考えられる。

(2) 山香地区

速見郡山香地区には金鉾を含む鉾脈があり、馬上金山など数ヶ所の鉾山で戦前まで採掘され、現在はすべて廃坑となっている。昭和20年代より水稻の生育障害が問題になっていたが、本格的な調査は行なわれなかった。昭和41年鉾滓を線路敷に使用して水田に被害が発生し原因を As と確認した。また昭和43年は場整備地区で As による被害がみられた。昭和45年障害性物質特別調査、昭和46年環境庁委託の細密調査を実施したが、細密調査 (48 ha, 43点) では

① 土壌中 As 表土で234~7, 平均 53ppm, 次層で397~8, 平均 72ppm であった。

② Cd, Cu, Zn, Pd などの含量は低く問題とならなかった。

③ 水稻は水口>中央>水尻の順に被害大で、被害状況は初期生育が抑制され分けつが少なかった。

(3) 湯坪地区

筋湯温泉の下流湯坪地区の水田30haに、昭和42年水稻の生育障害が発生した。灌漑水を調査したところ Cl 含量が、井路取入口で 310ppm, 上流の地熱発電排水が 800ppm, 排水合流前の筋湯川が 50ppm であった。なお水田土壌中の Cl 濃度等も測定し、この地区の水稻の生育障害は地熱発電排水中の Cl によるものと判断した。

その後排水は筋湯川に放流せず貯水池に導いたが、さらに地熱発電用の蒸気井がふえ、それらの排水は 2~3 ppm の As を含有することが報告された (大分大学)。

そしてそれらの排水は一部湯泉に引湯され筋湯川に合流する。したがって筋湯川およびそれを灌漑する湯坪地区水田の汚染が考えられるが、土壌保全事業一概況調査で昭和47年土壌中 82.2ppm の As が検出され、48年細密調査を実施中である。

(4) 佐賀関地区

佐賀関半島の突端には168mの大煙突で知られる製錬所があり、大正5年より操業を続けている。したがってその周辺の土壌汚染が懸念されるが、47年の概況調査で As, Cu などが検出された。汚染地区の大部分は製錬所が借地し緑地化しているが、As は Cu などに比べ汚染範囲が広い。なおこの地区はみかん地帯であるが、果実中の As 濃度は非汚染地域と大差なかった。

2) 対策

表2に As による水稻生育阻害試験の一例を示したが、As 害の発現は土壌の酸化還元条件に著しく支配される。すなわち酸化状態で被害は軽減し還元状態で激化する。したがって、山香、湯坪地区などの排水不良地では排水

表 2 As による水稻生育阻害試験成績

区 名	ワ ラ	玄 米	同 比	
対 照	71	60.3	106	
As	20	63	56.0	
	40	43	42.7	
	80	27	28.3	
	120	15	14.5	
節水	240	枯死	—	
	240	7	6.8	
20 g	対 照	76	68.0	100
	As	20	71	35.3
		40	32	16.5
		80	5	1.8
		120	枯死	—

(g/ポット, ppm)

により効果があると考えられる。しかし土壌中のAsが高濃度の場合、あるいはすでに酸化的な栽培法をとっているがなお被害のある場合などは、Cdの場合と同じく土木的な汚染物質の排除または稀釈が確実な手段となる。その意味で奥岳地区中のAs汚染地区では、土壌中As濃度100ppm以上の水田を対象に、Ⅲ型工、客土7cm（作土の半量客土）工法を策定し、試験の結果、土地改良事業に移行させることにしている。

3. そ の 他

昭和44年4月佐賀関地区の甘夏柑に、うす黒くなって腐り縞模様のような跡がつく被害が発生したが、葉に附着していたSO₂量などより、製錬所排煙中の硫酸化物による害と判断した。

以上が大分県で問題になっている土壌汚染の現状と対策、および対策のための調査研究の概要であるが、問題

点をあげるとつぎのとおりである。

1) 重金属の吸収抑制または被害回避の方法として、資材の施用、栽培法の対応（水管理など）などが明らかにされているが、これらはその効果に例えば、玄米中Cd濃度を確実に0.4ppm以下にさげる、などの絶対性が低いため、実用的には汚染土壌の排除、稀釈などの土木の対策がとられることが多い。したがって、資材の施用を含めて耕種的対策をとるか、土木の工法を採用するかについて、汚染状況等よりの基準の設定が必要である。

2) 各種の調査で重金属などによる土壌の汚染が明らかにされつつあるが、玄米中Cd、水田土壌のCu以外は環境基準が設定されていない。そのため混乱をまねいている場合が少なくないが、上記以外の、例えば如地のCd、As、Cu、水田のAsなどについて早急な環境基準の設定が必要である。