成績概要書（2008 年 1 月　作成）

－－－

研究課題：北海道における有機性廃棄物によるカドミウム負荷の実態と土壌・作物へのリスク軽減策
（有機性廃棄物利用に伴うカドミウム負荷のリスク評価とその軽減対策技術の確立）
（施設栽培における漁業系有機性資源の有効利用と施用基準）

担当部署：中央農試 環境保全部　農業環境科　　道南農試 研究部　栽培環境科
上川農試 天北支場　　技術普及部

協力分担：

予算区分：受託（独法）・道費

研究期間：2003 ～ 2007 年（平成 15 ～ 19 年度）

－－－

1. 目的

本道で発生する有機性廃棄物のカドミウム（ Cd ）濃度や利用実態に基づき、有機性廃棄物由来の Cd 負荷量を明らかにする。さらに、有機性廃棄物の施用に伴う土壌・作物への Cd リスクの軽減策を検討する。

2. 方法

1）有機性廃棄物に由来した Cd 発生量

有機性廃棄物の分析、各種文献値および北海道バイオマス利活用マスタープランに基づいて、道内で発生する有機性廃棄物由来の Cd 発生量を推定し、負荷リスクを検討した。

2）有機性廃棄物の農地施用に伴う Cd 収支と負荷量の検討

区　分	供試土壌		主な供試作物	主な施用有機性廃棄物資材
	土壌型	Cd濃度[1)]		
野菜	褐色低地土	0.35	トマト「桃太郎ファイト」	水産系堆肥、牛ふん堆肥
畑作物	褐色低地土	0.10	大豆「トヨムスメ」、春まき小麦「春よ恋」、小豆「しゅまり」	石灰系下水汚泥コンポスト、高分子系下水汚泥コンポスト、生ゴミ堆肥、水産系堆肥
	褐色森林土	0.14		
牧草	褐色森林土	0.19	チモシー「ノサップ」	牛ふん堆肥、水産系堆肥

1) 0.1MHCl−Cd(mg/kg)

3）有機性廃棄物の施用に伴う土壌・作物への Cd リスク軽減策

有機性廃棄物 Cd 負荷と土壌 Cd 濃度の関係把握、土壌 pH 改善による作物 Cd 濃度低減策

3. 成果の概要

1）北海道で年間に発生する有機性廃棄物由来の Cd 量 8,059kg のうち、農業由来の約 95 %（2,033kg、主に家畜ふん尿）、非農業由来廃棄物の約 21 %（1,286kg、水産系およびし尿汚泥等）が農地に負荷されている（表 1）。したがって、全耕地面積に対する農業由来の有機性廃棄物 Cd 負荷量は 0.17、非農業由来は 0.11g/10a と試算される。

2）Cd の平均濃度（mg/kg 現物）は水産系のホタテウロが 18.1 と極めて高く、下水汚泥・事業生活ゴミは 0.5 以下であった（表 2）。農業由来の稲わら・麦稈・乳牛ふん尿はいずれも低く、0.1 を下回っていた。野菜は 0.1 未満（供試土壌 0.1MHCl−Cdmg/kg：0.32 ～ 0.3）、牧草も 0.11 以下（同：0.15）で、コーデックス基準や飼料の有害物質の指導基準より著しく低かった。

3）野菜畑における Cd 濃度の低い牛ふん堆肥区と対照区では、作物残さの搬出に伴い Cd 持出し量が負荷量を上回ったが、Cd を多く含む水産系堆肥区では土壌に Cd が蓄積することが認められた（表 3）。なお、トマトの Cd 濃度は 0.02 ～ 0.03（mg/kg 現物）と低かった。

4）畑作物・牧草の Cd 濃度（mg/kg）は大豆子実が 0.02 ～ 0.03、小麦子実が 0.05 ～ 0.08、小豆子実が 0.01 未満、およびチモシーが 0.02 ～ 0.03 と低く、処理間差は判然としなかった（表 4、5）。これらの作物でも各種の有機性資材施用に伴い Cd 収支がプラスとなるため、Cd 負荷量に対応して土壌蓄積する Cd がやや高まる方向であった。

5）各種有機性廃棄物資材による Cd 負荷量と土壌の 0.1MHCl-Cd の増加量の間には正の相関が示され、Cd 負荷量 25g/10a あたり土壌の 0.1MHCl-Cd は 0.1mg/kg 増加する回帰式が得られた（図 1）。

6）作物の Cd 濃度は、炭カル施用による土壌 pH 上昇に従い低下する傾向が認められた（図 2）。また、Cd 濃度が低い堆肥でも 20 %程度低減した。

7）以上のように、本道で発生する有機性廃棄物由来 Cd の農地への負荷量は農業由来と非農業由来を合わせて年間 0.28g/10a である。有機性廃棄物の適正な施用量の範囲では、作物の Cd 濃度はコーデックス基準値を下回っており、また、作物の Cd 吸収を抑制するために土壌 pH の管理が重要である。

表 1　農地還元される有機性廃棄物由来 Cd 量、農地負荷量

	有機性廃棄物由来発生量Cd量 (kg/y)		農地Cd負荷*3 (g/10a)
	全発生量	還元量	農地還元量
農業由来*1	2,136	2,033	0.17
非農業由来*2	5,923	1,286	0.11
合計	8,059	3,319	0.28

*1 稲わら、もみ殻、麦稈、家畜ふん尿
*2 水産系、木質系、事業・生活系、下水汚泥、し尿汚泥、有機性汚泥
*3 農地還元量を北海道の 全耕地面積(1,166千ha)で除した値。

表 2　有機性廃棄物および作物の Cd 濃度

有機物	Cd濃度[1] (mg/kg)	作物	Cd濃度[2] (mg/kg)	基準値[2] (mg/kg)
稲わら	0.09	ほうれんそう(葉)	0.06	0.2
麦稈	0.07	ねぎ(軟白部)	0.02	0.2
乳牛ふん尿	0.09	キャベツ(結球部)	0.01	0.05
ホタテウロ	18.1	だいこん(根部)	0.03	0.1
ヒトデ	2.78	かぼちゃ(果実)	0.01	0.05
事業生活ゴミ	0.23	チモシー	0.05	1.0
下水汚泥	0.43	アルファルファ	0.11	1.0

1)現物当たり、 2) 野菜はコーデックス基準(現物当たり)、
牧草は飼料の有害物質の指導基準(乾牧草、乾物当たり)

表 3　野菜畑における有機性廃棄物施用に伴う Cd 収支と土壌およびトマト果実の Cd 濃度に及ぼす影響

施用資材	資材[1] 施用量 (kg/10a)	資材[1] Cd濃度 (mg/kg)	土壌のCd収支[5年間積算値] (g/10a) 負荷量[2]	持出し量[3]	差	土壌Cd濃度[4] 0.1MHCl-Cd (mg/kg)	果実Cd濃度[5] (mg/kg) 新鮮物当たり
水産系堆肥	1600	2.4	20.0	9.3	10.6	0.39	0.02
牛ふん堆肥	4000	0.1	2.2	9.4	−7.2	0.37	0.02
対照	−	−	0.0	11.5	−11.5	0.36	0.03

1)現物当たり、2) 有機質資材分、3)トマト果実および茎葉、4) 0-20cm・5年目跡地、5) 5カ年の平均値

表 4　普通畑における有機性廃棄物施用に伴う Cd 収支と土壌および大豆子実の Cd 濃度に及ぼす影響

処理区	資材[1] 施用量 (kg/10a)	資材[1] Cd濃度 (mg/kg)	土壌のCd収支[5年間積算値] (g/10a) 負荷量[2]	持出し量[3]	差	土壌Cd濃度[4] 0.1MHCl-Cd (mg/kg)	大豆子実Cd濃度[5] (mg/kg) 現物当たり
石灰系	500	0.7	1.8	0.1	1.6	0.14	0.02
高分子系	500	1.2	3.0	0.2	2.8	0.16	0.03
生ごみ	2000	0.2	1.8	0.1	1.7	0.13	0.03
水産系	500	3.6	9.1	0.1	9.0	0.15	0.03
対照	−	−	0.0	0.1	−0.1	0.12	0.03

注) 2筆ほ場の平均値。 1) 現物当たり、2)有機質資材分、3) 子実および残さ、4) 0-20cm、5年目跡地
5) 水分15%、3カ年の平均値

表 5　草地における有機性廃棄物施用に伴う Cd 収支と土壌および牧草の Cd 濃度に及ぼす影響

処理区	資材[1] 施用量 (kg/10a)	資材[1] Cd濃度 (mg/kg)	土壌のCd収支[4年間積算値] (g/10a) 負荷量[2]	持出し量[3]	差	土壌Cd濃度[3)4)] 0.1MHCl-Cd (mg/kg)	牧草Cd濃度[4] (mg/kg) 乾物当たり
牛ふん堆肥	6000	0.4	2.5	0.04	2.5	0.11	0.03
ヒトデ堆肥	6000	1.0	6.1	0.04	6.1	0.14	0.03
対照	−	−	0.0	0.04	0.0	0.12	0.02

1) 現物当たり・更新時、2)有機質資材分、3)チモシー地上部、3)0-20cm土壌、4)更新年から4年目までの平均値

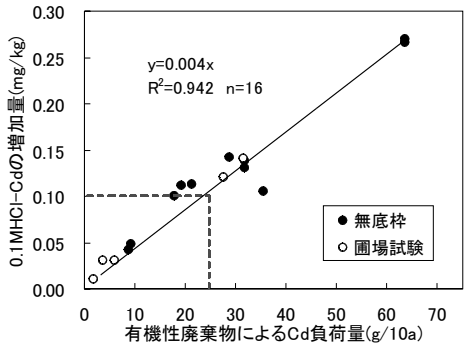

図 1 有機性廃棄物資材施用による Cd 負荷量と土壌（0-20cm）0.1MHCl-Cd の増加量の関係

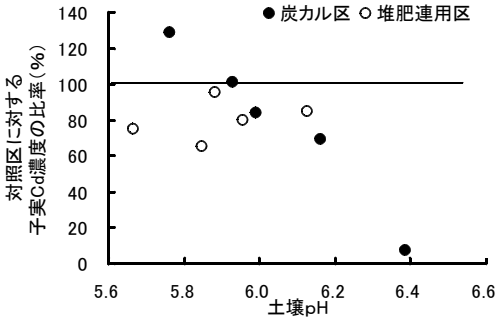

図 2　子実 Cd 濃度低下に及ぼす土壌 pH の影響
注）0.1MHCl−Cd　0.49mg/kg、炭カル区：初年目のみ施用
供試作物 H15・16・19：大豆、17・18：小麦

4. 成果の活用面と留意点

1）農地における環境保全を考慮した有機物利用管理に活用できる。
2）土壌の Cd 蓄積リスクは有機性廃棄物施用に伴う Cd 負荷量に従い高まることから、Cd 濃度の高い資材の施用には留意する。

5. 残された問題とその対応

1）作物の Cd 汚染リスクが高い土壌における有機性廃棄物の利用法
2）Cd の作物吸収リスク軽減技術
3）畑土壌に蓄積した Cd のファイトレメディエーション技術