

5. 土壌肥料

(1) 道南における土地改良・施肥管理の変遷

明治43年(1910)から17年にわたった第1期拓殖計画に続き、第2期拓殖計画が立案され、水田造成が進められた。明治19年(1886)には北海道内の水田のほとんどが道南地域にあったが、明治33年(1900)以降の水田造成が石狩、空知、上川といった地域を中心に推し進められたことから、道南地域の水田面積は増えたものの、大正11年(1922)の道南の全道水田作付比率は7.2%まで低下した。その後、昭和7年(1932)までは全道の水田面積が拡大したものの、この年をピークに終戦を迎えるまで面積は減少した。

第2次世界大戦後、昭和24年(1949)には土地改良法が制定された。また、昭和25年(1950)に第1次総合開発5カ年計画が開始され、これには大野地区の総合灌排水も含まれる。土地利用の歴史が古く、水田開発の中心となった土功組合(昭和25年以降の土地改良区)の数が少なかった道南地域においても、この時期に水田化が進んでおり、渡島地域では原野、採草地を、檜山地域では畑を転換したものが多くと言われている。しかしながら、昭和45年(1970)から水稻の生産調整が始まり、畑作・野菜作への転換が行われた。

畑作の土地改良に目を向けてみると、昭和6年(1931)から駒ヶ岳土地改良試験が開始され、粗粒火山灰地帯の土壌改良の指針が示された。さらに昭和25年(1950)からは「ろ土」に関する試験が実施された。

北海道における施肥は、明治末期から過磷酸石灰を主体として行われるようになった。当初、道南地域においては下肥や堆肥の施用が中心であり化学肥料は補足的に使われていたらしい。戦前の化学肥料の施用量はごく少ないものであったが、戦後は急激に増加して多肥栽培となり、収量の増加に貢献した。

しかし、昭和55年(1980)以降は、それまでの多収栽培から高品質栽培に移行し、それまでの多肥傾向が見直された。また、平成4年(1992)には

化学肥料の使用量を削減するクリーン農業が基本方針とされた。その効果もあって、道南地域の施肥量は、水田、畑作、園芸作物のいずれにおいても、他地域と比較し多いということはない(化学肥料使用実態調査報告書、北海道農政部、平成6)。ただし、一部の品目においては、栽培の歴史が長いこともあって土壌養分の蓄積が指摘されている。また、世界的な化石燃料の高騰を背景に平成20年

(2008)以降、急激な化学肥料の高騰が起こっており、農業経営に大きな打撃を与えていることから、土壌診断などを活用したより一層の減費対策や、安価な資材選択が必要不可欠となっている。

(栽培環境科 藤倉潤治)

(2) 試験研究の経過と成果

1) 土壌管理、環境保全

道南における土壌管理の研究として、大麦、大豆、とうもろこしおよび馬鈴しょ(大正2~7年(1913~18))、さらに水稻(大正4~13年(1915~24))の耕鋤深試験があり、土壌の物理性を改善することによる施肥以外の方法で、生産性の向上を検討したことが伺える。

その後の土壌管理の試験は、管内に存在する火山放出物未熟土や腐植を多く含む黒色火山性土(通称「ろ土」といった、元来生産性の低い土壌の向上に重点がおかれた。

火山放出物未熟土は、駒ヶ岳を噴出源とする年代的に新しい火山灰に由来し、主に森町、鹿部町、八雲町に分布する。この土壌は、土性が砂であり、一部火山れきを含む。これに対する試験は、昭和6~10年(1931~35)の鹿部村土地改良現地試験(適作物導入、客土および有機物施用)から始まり、昭和25~30年(1950~55)、昭和40~44年(1965~69)、昭和45~49年(1970~74)、および平成12~14年(2000~02)など断続的に取組まれ、生産性向上のため緑肥の導入、堆肥などの土壌改良資材、かんがい、および気象条件による適作物の評価が行われた。

ろ土は、函館市、知内町および松前町の丘陵部

に分布し腐植含量は25%以上、酸性でリン酸吸収係数が極めて高く、過湿になりやすい特徴がある。これに対する試験は昭和30～46年(1955～71)に行われ、リン酸、石灰および堆肥等の土壌改良資材の施用による化学性の改良や、砂客土、混層耕および反転客土などの物理性の改良試験が検討された。

ここまでの土壌管理に関する試験は、農耕地の生産性向上を目的に行われたのに対し、以降は農耕地と周辺環境の保全を目的とした試験に移行する。すなわち、昭和50年(1975)代からは、多肥による農地土壌の養分および塩類蓄積が各地で認められ、その対策が求められるようになった。当場ではハウス土壌について取組み、土壌の塩類濃度と野菜の収量との関係や除塩対策(平成元年(1989))、また塩類集積回避型肥料の施用効果(平成13年(2001)p. 74参照)が検討された。さらに、施設栽培における亜酸化窒素の抑制対策(平成12年(2000)p. 72参照)では、通常の栽培管理の範囲内で温室効果ガスである亜酸化窒素の発生を低減できることを明らかにした。

近年は、循環型社会構築に向けて各地で発生する有機性廃棄物の有効利用が検討されている。その一つに農地還元が選択肢にあり、それらの施用法の試験に取り組んできた(平成4年(1992)に豚ふんコンポスト、平成7年(1995)に木炭)。中でも道南地域は水産業が盛んであることから、それに伴う水産系廃棄物を含む資材の施用試験を行っている。すなわち、いか粕(昭和29年(1954))、水産系廃棄物を含むたい肥(平成14年(2002))、ヒトデたい肥(平成17年(2005)p. 78参照)、カキ殻(平成18年(2006)p. 79参照)の施用効果を検討した。水産系廃棄物の特徴は、貝殻を含む場合は石灰質資材として、またイカ肝臓(イカゴロ)やホタテ中腸腺(ホタテウロ)を含む場合はカドミウムなどの重金属に留意しなければならないことである。特にカドミウムに関しては、食品の国際基準値(CODEX委員会)が決定され、国内でも食品衛生法改正の検討が始められたことから、従来コメ(玄米0.4mg/kg)にのみ定められていた基準が、他の

生産物に拡大設定される可能性がある。それに対するリスク評価(平成20年(2008) p. 84参照)や吸収抑制の試験(平成20年(2008)～)が行われている。

以上、試験研究の経過をたどってきたが、この他に土壌調査業務があり、道営農業農村整備事業にかかわる土地改良計画地区の土壌断面調査および分析、および定点土壌を5年ごとに調査し、土壌の化学性や物理性の変動を追跡する「土壌モニタリング調査」を連綿と行っている。

(栽培環境科 細淵幸雄)

2) 施肥と診断技術

道南における肥料試験の始まりは、七重開墾場において明治11年(1878)からとされている。渡島農事試験場が明治42年(1909)に設置されてから大正年代までは各種肥料肥効試験、三要素試験、窒素、りん酸の適量査定試験が代表的項目で、化学肥料は過りん酸石灰、窒素は大豆粕、魚粕、人糞尿、きゅう肥、緑肥などの自給肥料が主体であった。

昭和年代に入っても三要素試験、肥料肥効比較試験緑肥試験が主体であったが、各種化成肥料や石灰窒素、トーマスりん肥、海鳥糞などの新肥料の肥効試験も行われた。

その後、戦争によって極度の肥料不足状態となり、肥料の有効な施用法を見出すための試験が多くなり、水稻の肥料分施試験や追肥回数試験、根付肥試験、施肥基準試験などが行われた。

駒ヶ岳土地改良現地試験が昭和25～30年(1950～55)まで実施されるとともに、水稻に関する試験として施肥改善標準試験、素わらの施用試験が取り上げられた。

昭和40年(1965)以降には本格的に土壌肥料部門が野菜の試験研究に取り組み始め、トマトの三要素試験、はくさいの生育経過試験、はくさいの施肥法試験、野菜のれき耕栽培試験、野菜に対する土壌水分と肥効発現試験などが実施され、野菜の養水分生理面での検討が開始された。これらと時期を同じくして、水稻に関する一連の試験が行わ

れた。すなわち地帯別窒素栄養診断と分追肥の効果判定試験、多収阻害要因とその対策試験、深層追肥試験、米質向上のための耕培環境改善試験などである。

昭和45年(1970)から稲作転換事業が始まり、試験研究も水稻主体から畑作物、園芸作物へと移行し、水田の野菜畑への転換試験として露地野菜が取り上げられ、ハウス栽培へと拡大していった。これらの試験から、野菜栽培土壌の石灰、りん酸の適量が査定され土壌改良の基準が示された。施設野菜の施肥基準設定の一環として、トマトおよびきゅうりが取り上げられ、抑制きゅうりの施肥基準設定試験、野菜の種類別適培地条件解明試験が行われた。

昭和53年(1978)からはハウス抑制きゅうりの施肥基準設定(昭和53~57年(1978~82))、寒地におけるいちごの施肥体系確立(昭和56~59年(1981~84))、有機物施用に伴う施肥管理法(昭和56~60年(1981~85))について検討を行った。また、昭和63年(1988)から施設野菜土壌の蓄積りん酸含量に応じたりん酸施肥指針の策定(昭和63~平成2(1988~91))のための試験を開始している。また、園芸土壌の診断基準確立試験(昭和55~57年(1980~82))、施設土壌の養分蓄積並びに連作障害対策診断調査(昭和58~60年(1983~85))を行った。

施肥法の品目拡大も引き続き行われ、ミニトマトの安定栽培技術(平成6年(1994))、ハウストマトの窒素施肥法および内部品質変動要因(平成8年(1996))、ハウス栽培におけるこれらの窒素施肥法改善(平成18年(2006) p. 80参照)などが行われた。生理障害対策試験では、だいこん赤心症の発生原因解明と軽減対策(平成4年(1992))、いちご「きたえくぼ」の「先白果」発生生態と対策(平成9(1997)、12年(2000) p. 70参照)などが行われた。

栄養診断技術の開発も行われ、ハウス夏秋どりトマトの窒素栄養診断法(平成13年(2001) p. 73参照)、窒素栄養診断に基づく夏秋どりトマトの養液土耕栽培技術(平成16年(2004) p. 77参照)、高設・夏秋どりいちご「エッチェス-138」の養液管

理および窒素栄養診断技術(平成20年(2008) p. 83参照)などの成果を挙げている。

3) 品質向上

園芸作物、特に野菜においては、安定生産性化とともに品質向上は重要な研究の柱である。道南農試は国内でも最も早期に野菜の品質研究を始めた機関の一つとなった。

消費者ニーズを考慮したほうれんそうおよびトマトの内部品質指標(平成元年(1989))は内部品質成分の実態調査や官能検査などを取り込み、硝酸、ビタミンC、糖などの品質指標値を示した先駆的な試験となった。ほうれんそうの内部品質向上のための栽培管理対策(平成3年(1991))ではこの指標値を達成するための栽培法を示した。その後、春夏まきレタスの品質向上のための栽培管理対策(平成6年(1994))、ハウストマトの窒素施肥法および内部品質変動要因、堆肥施用がほうれんそうの内部品質に及ぼす影響(平成8年(1996))、販売戦略強化に向けた道産野菜の機能成分の評価ーキャベツ等の抗酸化力の実態と栽培条件による変動ー(平成10年(1998))、ビタミンC向上を目指した早出しキャベツの栽培法(平成11年(1999))などの品質関連の成績を提出した。現在では品質向上が試験の中で普遍的に取り入れられるようになった。

(栽培環境科 日笠裕治)

4) クリーン農業

安全・安心な農産物に対する消費者ニーズや環境と調和のとれた持続的な農業生産が求められる社会情勢の中で、道は平成3年(1991)度からクリーン農業研究班を設置し、農業の持つ自然循環機能を維持増進するためのクリーン農業技術の開発に精力的に取り組んできた。技術開発の方向性は5年単位で作成され、現在は第IV期目に至る。この間、道南農試においても、主に施設栽培を対象として、土壌条件に即した栽培管理法やたい肥等有機物施用に基づく土づくりなどを中心とした一連のクリーン農業技術の確立に向けて着実に成果

を上げてきた。

第Ⅰ期(平成3～7年(1991～95))度では、まず施設野菜(トマト、ほうれんそう、きゅうり)における減農薬・減化学肥料栽培の実態解析(平成6年(1994))、有機栽培等農産物(ばれいしょ、トマト、ほうれんそう)の品質事例と問題点(平成6年(1994))において、クリーン農業研究推進のための基礎資料を作成した。

第Ⅱ期(平成8～12年(1996～2000))度では、北海道における被覆緩効性肥料の窒素溶出特性と露地・施設野菜栽培への利用(平成10年(1998))、施設軟白ねぎ栽培における窒素およびリン酸肥沃度に対応した施肥法(平成12年(2000) p. 69参照)などに取り組み、施肥量低減技術の開発を行った。

第Ⅲ期(平成13～17年(2001～2005))度では、施設栽培における下層土診断に基づく窒素施肥改善(平成15年(2003) p. 75参照)、施設栽培におけるたい肥連用効果と窒素・リン酸減肥基準(平成15年(2003) p. 76参照)、かぶの肥培管理および病害虫防除の指針(平成18年(2006) p. 81参照)などで、一層の減化学肥料栽培および有機物利用技術の確立を図るとともに、クリーン農産物の品目拡大に貢献した。

一方で、激化する国際競争や高度化する消費者ニーズを背景として、これまでのクリーン農業技術をさらに進化させた「高度クリーン農業」の技術開発が、平成19年(2007)度より水稲、たまねぎ、ばれいしょなど7品目を対象として始まった。道南農試では夏秋どりトマトを対象として高度クリーン農業技術の開発(平成19～22年(2007～10))を行なっているところである。

有機農業については、欧米諸国において国の農業・環境政策などから先進的な取り組みが行なわ

れ、昭和47年(1972)には有機農家が設置した「IFOAM(国際有機農業運動連盟)」により有機食品の基準作りがすすめられた。一方、わが国においては、平成11年(1999)にCODEX委員会で有機食品のガイドラインが採択されたことを受けて、平成12年(2000)に「有機農産物のJAS規格」が制定され、それ以降、現在に至るまで国内の有機農産物の格付け実績は年々増加している。しかし、その割合は総生産量の0.16%(平成16年)にすぎず、国は平成18年(2006)に「有機農業推進法」を制定して有機農業のさらなる推進を図っているところである。北海道においては、有機JAS認定農家戸数は平成17年(2005)現在で331戸(全国の認定農家数の7.8%)であり、北海道の総農家戸数に占める割合は0.6%である。また、道南地域の有機JAS認定事業者数についてみると、平成17年(2005)現在で渡島支庁管内11件、檜山支庁管内7件であり、北海道全体の6%を占める状況である。

こうした中、道では平成16年(2004)度から有機農業総合推進事業を開始した。全道の農業試験場においては、有機農業のための技術開発が着手され、道南農試は有機質資材を用いたハウス夏秋どりトマトの無化学肥料栽培指針(平成19年(2007) p. 81参照)を策定し、無化学肥料栽培でも慣行栽培と同等に近い収量を得られることを示した。

また、平成19年(2007)度からは有機栽培に向けた果菜類の育苗時における施肥指針(平成19～22年(2007～10))において、育苗時の培土に有機質資材を用いた場合の肥効特性を中心に検討中である。

(栽培環境科 八木哲生)

(3) 最近10年間における成果(平成12～21年)

施設簡易軟白ねぎ栽培における窒素およびリン酸肥沃度に対応した施肥法

(1) 背景と目的

北海道の施設栽培において、塩類集積の進行によって連作障害が発生しやすい圃場が多く見られる。そこで、軟白ねぎを施設栽培において持続生産するための、土壌窒素およびリン酸肥沃度に対応した塩類集積回避型施肥法を策定する。

(2) 成果の内容

1) 道南地域における施設軟白ねぎ栽培農家圃場の肥沃度実態は、現行の土壌診断基準値よりも高い場所が多く、施肥対応による土壌肥沃度の適正化が必要である。

2) 層位別の根存在割合と層位別の土壌硝酸態窒素量の推移から、土壌診断は0～20cm深の作土層を対象とすることが適当と考えられた。

3) 施肥前の土壌硝酸態窒素量が5mg/100g以下である圃場では、総窒素施肥量は20kg/10aが適当であるが、基肥が15kg/10a以上では初期生育が不良となるので、「基肥10kg/10a＋分施

10kg/10a」とに分けて行うことで、多収量が得られた。一方、施肥前の土壌硝酸態窒素量が、10mg/100g以上ある圃場では、基肥窒素が無施用でも生育が維持された(表1)。

4) ねぎの初期生育は、土壌有効態リン酸量が130～190mg/100gで良好で、収穫時の生育量は、50～100mg/100gで最大であった。即ち、多収を得るためのリン酸肥沃度は、初期生育を高めるための肥沃度よりも低かった。低温期の早春作型において、土壌有効態リン酸量が約50mg/100g以上では処理間差は明らかでなかった。土壌有効態リン酸量が20～50mg/100gでは、リン酸施肥効果は10kg/10aで頭打ちであり、50mg/100g以上では施肥効果は認められなかった(表2)。

(3) 注意事項

主に5月定植夏秋穫り作型(フィルム被覆)において試験を行い、品種は「元蔵」を供試した。
(平成12年指導参考事項、土壌肥料科)

表1 施肥前の土壌硝酸態窒素含有率に対応した窒素施肥法

土壌硝酸態窒素含有率 (mg/100g)	窒素基肥量 (kg/10a)	窒素分施量 (kg/10a)		跡地土壌の 窒素残存量
		30日頃	60日頃(定植後日数)	
～ 5	10	5	5	維持
5 ～ 10	5	5	5	僅かに減少
10 ～ 20	0	5	5	減少
20 ～	0	0	5	大きく減少

注1) 定植後30日目頃の草丈は40cm程度、60日目頃には80～90cm程度とする。

注2) 定植後30日目頃の葉色を4.5、60日目頃に5.0を目安として、これよりも大きい場合は、分施量を1～3 kg/10aとする。葉色値は、第3葉を葉色カラースケール(野菜用)によって15本以上の平均値を測定する。

表2 土壌有効態リン酸含有率に対応したリン酸施肥量

土壌有効態P含有率 (mg P ₂ O ₅ /100g)	リン酸施肥量 (kg/10a)	跡地リン酸 肥沃度
～ 20	25	ゆるやかに上昇
20 ～ 50	10	維持
50 ～	0	ゆるやかに低下

いちご「きたえくぼ」の先白果発生軽減対策

(1) 背景と目的

いちご「きたえくぼ」に果実先端が着色しない先白果が多発生した。かん水を控えめにする、施肥量を抑えるなどの当面の対策により先白果の発生は減少したものの、小玉化や収量低下が見られるようになった。そこで、収量を確保しつつ先白果発生を軽減するためのかん水方法および窒素施肥量を明らかにする。

(2) 成果の内容

- 1) 多かん水区で先白果の割合が多く、平均1果重が大きかった。また、収穫時の平均1果重と先白果重量割合の間に正の相関があった(図1)。
- 2) 収穫始以前のかん水は先白果を助長させるが、収穫始以降のかん水は先白果発生にほとんど影響しなかった。収穫始以前のかん水により平均

1果重は増大するが、収穫始直後のかん水によっても平均1果重は増大した。

3) 窒素施肥量が増加しても先白果割合は高くなり、15kg区と20kg区で先白果割合が低い。収量は15kg区で最も多く、20kg区では15kg区と比べて収量が減少した(表1)。

4) 以上の結果から、「きたえくぼ」の栽培時におけるかん水方法と窒素施肥量の指針を策定した(表2)。

(3) 注意事項

- 1) 本試験は褐色低地土において行った試験である。
- 2) 有機物の施用に当たっては「土壌診断に基づく施肥対応」に準じて窒素施肥量を減ずる。
(平成12年指導参考事項、土壌肥料科)

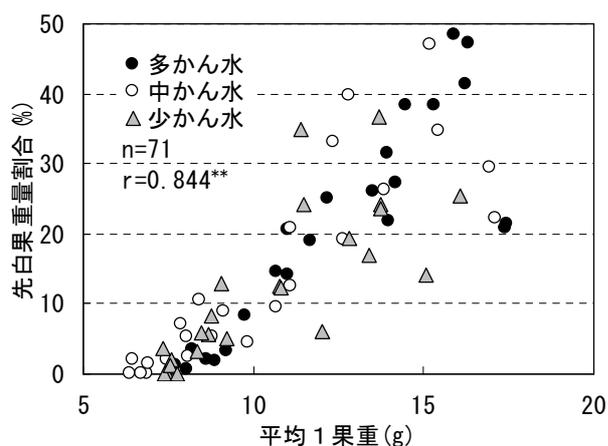


図1 収穫時の平均1果重と先白果割合の関係

表1 窒素施肥処理と収量(t/10a)と先白果割合(%)

試験区	先白果	上物 正常	下物	合計	先白果 割合
5kg	0.21	1.38	0.10	1.89	11.0
5kg+5kg	0.20	1.35	0.33	1.88	10.7
10g	0.25	1.31	0.36	1.92	13.3
10kg+5kg	0.28	1.43	0.37	2.08	13.6
15kg	0.17	1.72	0.42	2.31	7.5
20kg	0.17	1.35	0.37	1.89	9.2
緩効性	0.31	1.19	0.38	1.88	16.2

表2 「きたえくぼ」の栽培におけるかん水方法と窒素施肥量の指針

項目	指 針	留意事項
かん水方法 (pF, 10cm深)	収穫始まではかん水を極力控え(pF2.6以上) 収穫始直後からかん水を始める(pF1.8)	低温時はかん水をさける 排水性を良くする
窒素施肥量 (kg/10a)	1 5 定植時マルチ作型であれば全量基肥	20kg以上の施肥は 減収する

施設花き栽培における硝酸態窒素の流出と環境負荷の軽減対策

(1) 背景と目的

花き栽培ハウスでは長年にわたって過剰な施肥とかん水が繰り返されており、これが周辺水域に環境負荷をもたらすものとして問題になっている。栽培管理の実態と土壌の硝酸態窒素量、暗渠水質、花の生育と品質の関連性を検討し、生産環境と環境保全の調和を図るための基本的な資料とする。

(2) 成果の内容

1) カーネーション栽培地帯の窒素施肥は基肥量が平均 39kg/10a と高く、植物体の吸収量を大きく上回っており、作土の土壌硝酸態窒素量は施肥レベルに対応した(表1)。また、栽培期間中の土壌硝酸態窒素の濃度勾配は、灌水と蒸散に伴う変動を繰り返しており、収穫後ハウスの被覆フィルム排除による濃度低下が大きかった。

2) カーネーション栽培ハウスの暗渠から流出する硝酸態窒素は、時期、施肥量、灌水量によって変化した。なかでも、灌水に伴う変化は大きく、20mm 灌水以上で流出が始まり、硝酸態窒素の流

出割合は 20 ~ 30mm では 0.2%未満、50mm 灌水では 0.5%を上回った(図1)。

3) カーネーションの定植直後の生育は、土壌硝酸態窒素が 10mg/100g 区で良好であり、収穫時の生育量および葉色は硝酸態窒素 20mg 区でほぼピークに達した(表2)。窒素質肥料の多施用は土壌硝酸態窒素含量を高め、カーネーションの品質低下をもたらした。

4) 施設栽培における環境負荷軽減対策として、施肥は土壌診断に基づいて行うとともに、一回の灌水量を 20mm 以下に抑える。カーネーションの生産量と品質を維持するために必要な土壌硝酸態窒素含量は、定植時 10mg/100g、生育初期 20mg/100g と考えられた。また、跡地土壌の養分環境を改善するためには、土壌診断の結果を考慮した後作物(緑肥作物)の栽培が有効である。

(3) 注意事項

1) 夏秋切り無加温栽培のカーネーション栽培施設を対象に行った。

(平成 12 年指導参考事項、土壌肥料科)

表1 施肥実態およびカーネーションの養分吸収量
(kg/10a)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
化学肥料	19.1	19.6	18.5
有機質肥料	19.4	20.4	4.2
合計	38.5	40.0	22.7
吸収量	13.4	7.0	42.8

表2 窒素の施用量がカーネーションの収量・品質に与える影響

NO ₃ -N (mg)	切り花長 (cm)	切り花重 (g/pot)	茎径 (mm)	花数	SPAD値
N5	47.5	82±2	4.7	6	71
N10	51.4	102±3	4.9	7	74
N10+10	47.7	104±11	4.9	7	82
N20	49.4	106±12	4.9	7	81
N40	52.3	107±12	4.9	8	81
N80	52.0	117±14	5.0	7	84

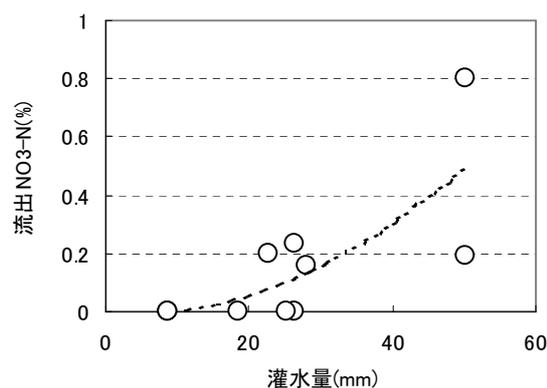


図1 灌水量と流出 NO₃-N 割合の関係

施設栽培における亜酸化窒素（N₂O）の抑制対策

（1）背景と目的

温室効果およびオゾン層破壊ガスである亜酸化窒素について、施設栽培条件下での発生抑制の栽培管理法を明らかにする。

（2）成果の内容

1) 定点観測におけるフラックス（亜酸化窒素放出量）は、土壌水分飽和度と地温が高い観測日に大きくなる傾向が認められた。冬期間のフラックスは、フィルム周年被覆時には認められたが、積雪下では認められなかった。

2) 被覆資材の開口面積が 2.5 % 以上では、マルチによってフラックスは抑制されなかった。また、通気性マルチ資材（不織布マルチおよび有孔マルチ）は、フラックスを抑制しなかった。

3) 高温期には、透明マルチはフラックスを増加させたが、地温を抑制する白マルチではフラックスは増加しなかった。一方、低温期には、マルチ資材の色による差はみられなかった。

4) 堆肥施用時のフラックスは堆肥の腐熟度によって違い、完熟堆肥では、未熟堆肥施用時よりも顕著に少なかった。

5) 堆肥と窒素肥料の同時施用はフラックスを増加させたが、施肥の 1 週間以上前に堆肥を施用すると、フラックスは抑制された。

6) 冬期間にフィルム被覆を排除したハウスでは、残存硝酸態窒素レベルに関わらず、フラックスが抑制され、定点観測の結果を裏付けた。

7) 表 2 に示したフラックスの抑制指針は、既存の栽培管理法および土壌管理法とは相反せず、従って、いずれも作物生産性を低下させずに行うことが可能である。

（3）注意事項

1) 低温時期の白マルチ使用は、地温上昇を妨げるので行わないこと。

（平成 12 年指導参考事項、土壌肥料科）

表 1 各試験における亜酸化窒素フラックス減少率

試験項目	処理	(対照)	フラックス減少率(%)
被覆資材	トマト栽培条件(開口面積7%)	(裸地)	▲8 ~ ▲80
	不織布・有孔マルチ	(裸地)	▽48 ~ ▲5
	高温期の白マルチ使用	(透明マルチ)	▽93 ~ ▽85
	低温期の透明マルチ使用	(白マルチ)	▽16 ~ ▲20
堆肥	完熟堆肥施用	(未熟堆肥)	▽90 ~ ▽74
	窒素施肥の2週間前に堆肥施用	(同時施用)	▽83 ~ ▽74
	窒素施肥の1週間前に堆肥施用	(同時施用)	▽85 ~ ▽73
天井被覆	冬期ビニール被覆を排除	(周年被覆)	▽99 ~ ▽88

注) フラックス減少率の、▲は対照に対する増大を、▽は減少を示す。

表 2 施設栽培における亜酸化窒素排出量の抑制指針

項目	対策	備考
被覆資材	高温期(夏期)には白マルチを使用する	低温期は透明マルチ可
堆肥施用	完熟堆肥を、窒素施肥の1週間以上前に施用	
天井被覆	冬期に栽培しないハウスは、ビニールを排除する	残存土壌硝酸態窒素を集積させない肥培管理に努める

ハウス夏秋どりトマトの窒素栄養診断法

(1) 背景と目的

施設栽培における窒素施肥は過剰傾向であり、生理障害や収量の低下なども見られる。作物の栄養生理に見合った肥培管理法を確立する必要がある。そこで、ハウス夏秋どりトマトについて窒素栄養診断法を開発する。

(2) 成果の内容

1) 上位葉の葉柄硝酸濃度はいかなる生育時期でも低く、積算窒素施肥量との相関も低かった。一方、下位葉の葉柄硝酸濃度は積算窒素施肥量との相関が高かった。窒素栄養診断の採取部位は、第一果房直下葉の先端小葉葉柄が最適であった。

2) 十分な収量を得るためには、葉柄硝酸濃度

を常に4,000ppm以上を維持させる(図1)。

3) 施肥効率の低下防止と跡地土壌への残存窒素低減のためには、栄養診断値の上限は7,000ppmが適当である(図2)。

4) ハウス夏秋どりトマトの窒素栄養診断に基づく施肥対応を設定した(表1)。

(3) 注意事項

1) 本試験はハウス夏秋どり作型で行い、主として「ハウス桃太郎」を供試品種としたが、本成果は他の品種についても適応できる。

2) 基準値は生育障害がないことを前提としたものである。

(平成13年普及奨励事項、園芸環境科)

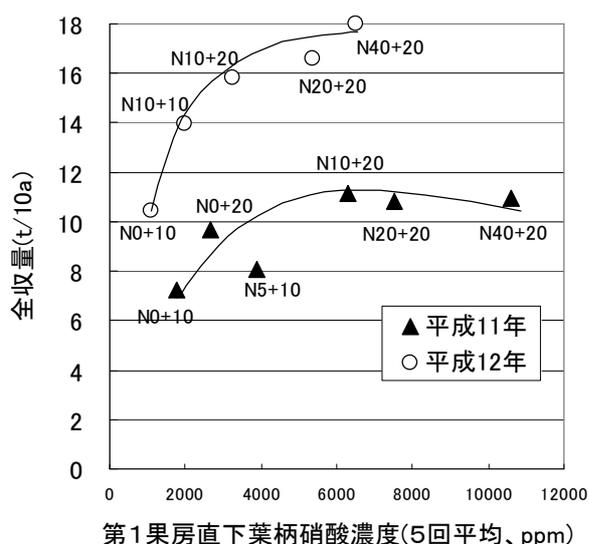


図1 葉柄硝酸濃度と全収量の関係

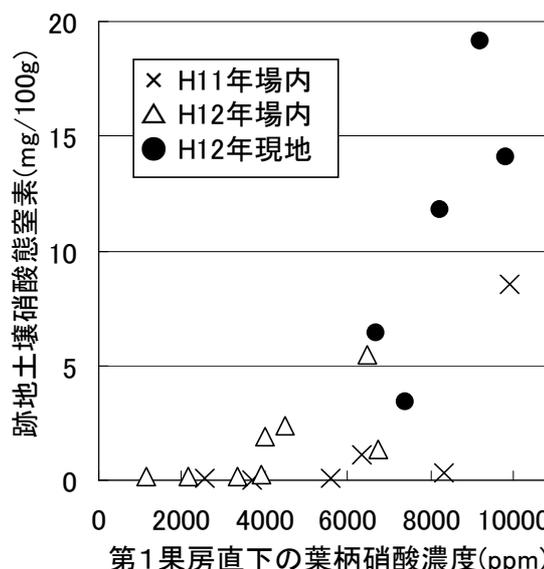


図2 収穫期における第1果房直下葉の葉柄硝酸濃度と跡地の土壌硝酸態窒素量の関係

表1 ハウス夏秋どりトマトの窒素栄養診断に基づく施肥対応

診断部位	: 第1果房直下葉の先端小葉葉柄(5株以上)
栄養診断基準値	: 葉柄硝酸濃度 4000~7000ppm
診断時期	: 各果房の果実がピンポン玉大になった時点(摘心位下方3段目まで)
追肥時期	: 診断直後
施肥対応	: 4000ppm未満 - N4kg/10a追肥。5日後に再度診断し、7000ppm以下の場合、N4kg/10a追肥 4000~7000ppm - N4kg/10a追肥(施肥標準のとおり) 7000ppmを超える場合は追肥を省略する

施設野菜に対する塩類集積回避型肥料の施用効果

(1) 背景と目的

施設土壌の塩類集積は土壌の電気伝導度（EC値）を高め、作物の窒素吸収を阻害するなどの悪影響を及ぼしている。そこで、まず肥料副成分が土壌の EC 値や作物の生育に及ぼす影響を検討し、次いで副成分を含有しない化成肥料（塩類集積回避型肥料）の効果を検証する。

(2) 成果の内容

1) 副成分を含有しない肥料を施用することによって土壌の EC 値は低く維持され、作物（ねぎ）の窒素吸収効率も高まった（表 1）。

2) 副成分添加に伴う土壌 EC 値の上昇は顕著で、作物（ねぎ）の窒素吸収阻害と生育抑制が認められた（表 2）。

3) 比較的塩類集積が進んでいない場内ハウス

では、塩類集積回避型化成肥料の使用によって土壌 EC 値が低く保たれ、作物（トマト）の生育は良好であった（表 3）。

4) 塩類集積の進んだ農家ハウスでは、塩類集積回避型化成肥料の特徴は判然とせず、肥効は緩効性・速効性ともに、一般化成と同程度であった。

5) EC 値が高まるにつれて窒素吸収量が低下することから、施設野菜の持続生産のためには土壌 EC 値の上昇を抑制することが重要であり、その一手段として塩類集積回避型肥料が有効と考えられた。

(3) 注意事項

1) 施設栽培に適用する。

2) 施肥量は道の施肥標準に準ずる。

（平成 13 年指導参考事項、園芸環境科）

表 1 肥料形態がねぎの収量および跡地土壌におよぼす影響

処理 / 調査年	全収量 (t/10a)				p H			E C (mS/cm)		
	平 10	平 11	平 12	平均	平 10	平 11	平 12	平 10	平 11	平 12
対照 (副含) 全吸収型	10.8	9.5	8.1	9.5	5.7	6.1	6.1	0.52	0.14	0.27
	12.9	9.8	9.1	10.6	6.5	6.4	6.2	0.16	0.10	0.11

表 2 塩添加がねぎの収量および跡地土壌 EC 値におよぼす影響

処理 / 調査年	全収量 (t/10a)				E C (mS/cm)			
	平 10	平 11	平 12	平均	平成 10	平成 11	平 12 施肥直後	平 12 跡地
対照	10.8	10.4	9.4	10.2	0.34	0.10	0.12	0.10
中 塩添加	9.9	8.5	7.5	8.7	1.01	0.19	0.41	0.24
高 塩添加	8.8	8.2	7.1	8.0	1.33	0.67	0.83	0.36

表 3 EC 値が低い土壌における塩類集積回避型化成肥料のトマトに対する施肥効果

処 理	収量 (t/10a)		N 吸収量 (kg/10a)	施肥 N 利用率	E C (mS/cm)			
	規格内	全収量			6/22	7/ 1	7/12	7/22
対照	9.74	11.2 (100)	21.7	72.4	0.62	0.48	0.52	0.77
塩類集積回避	9.92	11.3 (101)	24.0	79.9	0.37	0.14	0.28	0.12

施設栽培における下層土診断に基づく窒素施肥改善

(1) 背景と目的

少雪温暖地域の施設栽培では、下層に硝酸態窒素が残存する。そこで、作物が下層土の硝酸態窒素をどのように吸収するかを明らかにし、施肥前の下層に残存する硝酸態窒素の診断に基づく窒素施肥改善法を策定する。

(2) 成果の内容

1) 現地調査において、下層に残存する硝酸態窒素はハウス建設後年数の経過につれて高まった。冬期に被覆を剥がしたハウスでは春先に深さ40cm以下にも硝酸態窒素が残存し、周年被覆ハウスでは深さ60cmまでに多く残存した。

2) 土壌診断に基づく施肥対応を十分に行っていない産地では深さ1mまでの硝酸態窒素および有効態リン酸・交換性塩基が蓄積傾向にあった。各地域とも有効態リン酸が高いハウスでは下層の残存硝酸態窒素が高い傾向にあった。

3) 定植前に深さ20～60cmに残存する硝酸態

窒素は、深根性作物であるトマト栽培では追肥時期に利用され、追肥窒素と同様に吸収されると評価することができた。一方、根群域が浅い軟白ねぎでは、下層(深さ40cm)の硝酸態窒素は生育に影響を及ぼさなかった(図1)。

4) 下層に残存する硝酸態窒素を評価し、施肥量を算出するためには下層土の容積重が必要となるが、春先(被覆前)の土壌含水率%;xをもとに「 $0.0001x^2 - 0.03x + 1.94$ 」と推定可能であった。

5) 以上のことから、施肥前の下層土窒素診断を実施するための方法を提案した(図2)。

(3) 注意事項

1) 本成績は主に少雪温暖地域(道南、日高、胆振等)を中心に調査した結果に基づく。

2) 深根性の長期どり野菜(トマトまたはきゅうり等)を対象に基肥施用前に行う。

(平成15年普及推進事項、園芸環境科)

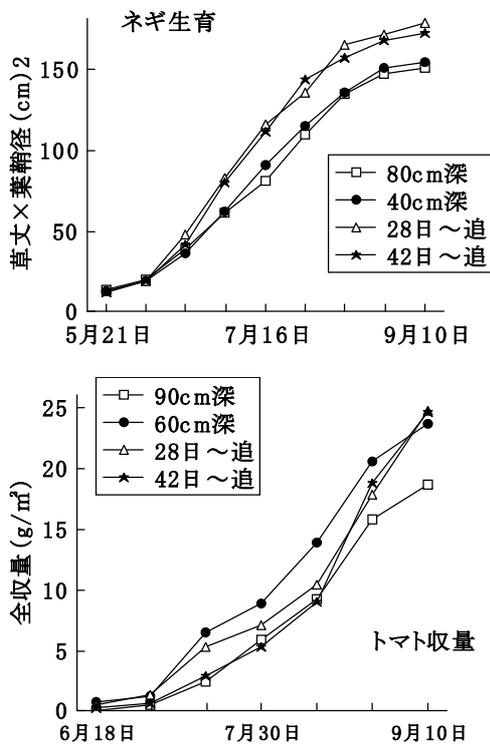


図1 窒素施肥深さ、追肥開始時期と生育および収量推移

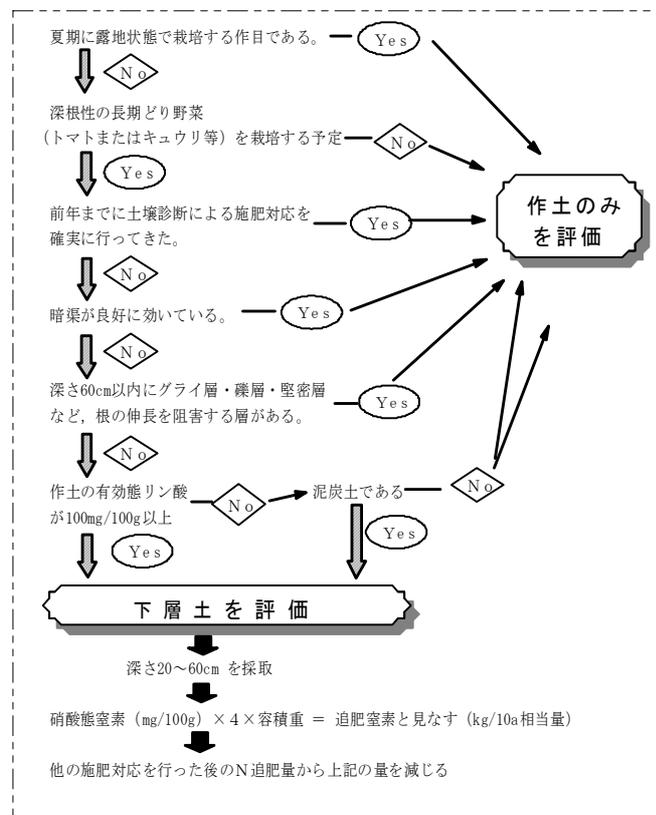


図2 ハウス下層土診断の実施方法

施設栽培におけるたい肥連用効果と窒素・リン酸減肥基準

(1) 背景と目的

北海道の施設栽培では、たい肥施用に伴って減肥する上で、連用時の評価は十分に検討されていない。そこで、牛糞尿由来たい肥について、連用による土壌理化学性の変化と養分評価を行い、環境負荷を低減させ生産を維持するための施用基準を策定する。

(2) 成果の内容

1) 道南地域の施設栽培では様々な種類のたい肥が用いられているが、中でも牛糞尿由来たい肥が多く、たい肥 1 t 当たりに含まれる窒素は 3.8 ~ 4.8kg/10a であった。

2) トマト栽培試験ではたい肥 1 t/10a 連用につき基肥窒素を 5 kg/10a 程度、追肥窒素を連用 4 年目までは 5 kg/10a、5 年目以降は 10kg/10a 程度を減肥することが出来た (表 1)。

3) たい肥連用による土壌物理性の改善効果はたい肥 4 t/10a で認められ、8 t/10a との効果の違いは小さかった。また、栽培期間中の草勢維持、たい肥による窒素投入量と作物体による持ち出し

量との差、周辺環境への負荷を回避すること等の点から、たい肥連用量は 4 t/10a が適当と判断した。

4) たい肥連用により有効態リン酸が高まったことから、リン酸施肥対応は、連用条件下でたい肥 1 t/10a 施用につき 1 kg/10a 減肥、ただし黒ボク土を除外することとした。

5) 以上を踏まえ、施設栽培における完熟たい肥施用による施肥対応を提案した (表 2)。また、トマト栽培では牛糞尿由来たい肥 1 t/10a につき連用 5 年未満では基肥 1 kg/10a + 追肥 1 kg/10a、連用 5 年以上では基肥 1 kg/10a + 追肥 2 kg/10a 減肥することとした。

(3) 注意事項

1) 本成績はたい肥を連用した施設栽培における窒素およびリン酸の減肥に活用する。

2) 本成績は完熟牛糞尿由来たい肥を各年の春に連用したトマト栽培試験に基づいている。

(平成 15 年普及推進事項、園芸環境科)

表 1 たい肥の連用がトマトの定植後 30 日目の草丈、良果収量に与える影響 (農試ハイス)

たい肥 t/10a	基肥		初期生育 (草丈;cm)			良果収量 (t/10a)			N 吸収量 (kg/10a)		
	kg/10a		平12	平13	平14	平12	平13	平14	平12	平13	平14
0	1	0	89.1	89.6	85.5	12.6	12.9	12.9	28.1	22.3	25.8
4	0	1	—	85.7	84.7	—	12.1	12.9	—	20.4	22.1
	5	1	94.1	91.6	88.2	11.0	12.8	13.2	22.4	24.7	21.2
8	0	5	—	89.7	88.2	—	10.6	14.0	—	19.2	19.8
	5	5	100.6	91.7	90.5	—	13.1	13.8	—	23.6	17.3

表 2 たい肥類の減肥可能量 (施設園芸)

	連用年数	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
完熟たい肥	5年未満	2.0	1.0	4.0
	5年以上	3.0	1.0	4.0
未熟たい肥		1.0	—	4.0
バークたい肥		0.5	—	3.0

注 1) ここでの完熟たい肥は牛糞尿由来たい肥であり、材料の種類などにより減肥可能量は変動する。

窒素栄養診断に基づく夏秋どりトマトの養液土耕栽培技術

(1) 背景と目的

「養液土耕」では生育量や栄養状態に合わせた肥培管理を行うことが可能であるが、慣行栽培と異なる肥培管理基準を設ける必要がある。そこで、夏秋どりトマトの養液土耕について、収量、環境負荷低減などの優位を示すとともに、窒素施肥および栄養診断基準を策定した。

(2) 成果の内容

1) 圃場試験における果実収量、施肥窒素利用率などから、夏秋どりトマトの養液土耕における各生育時期の窒素施肥基準は定植～第一果房肥大期（前期）は 0.15kg/10a・日、第一果房肥大期～摘心（中期）は 0.30kg/10a・日、摘心後 1 ヶ月間

（後期）は 0.15kg/10a・日とした（表 1）。

2) 養液土耕における各生育時期の葉柄硝酸濃度の基準は、第 2 果房開花始は 500～5,000ppm、第 1 果房肥大期は 1,000～7,000ppm、第 2 果房肥大期以降は 4,000～7,000ppm とする。また、定植前の土壌硝酸態窒素含量と生育期間中の葉柄硝酸濃度に対応した肥培管理マニュアルを作成した（図 1）。

(3) 注意事項

1) 当面、養液土耕におけるリン酸総施肥量は施肥標準の 65%、カリ総施肥量は施肥標準と同等とする。

（平成 16 年普及推進事項、園芸環境科）

表 1 圃場試験における施肥量、収量、窒素利用率および跡地土壌化学性

処理区	総窒素施肥量 (kg/10a)	良果収量 (t/10a)	果実糖度 (Brix)	窒素吸収量 (kg/10a)	施肥窒素利用率 (%)	跡地土壌(0-20cm)		
						pH (H2O)	EC (mS/cm)	NO ₃ -N (mg/100g)
養液0.075-0.30-0.15	21.5 (72)	10.9 (112)	5.8	19.5	54.4	6.5	0.15	0.5
養液0.15 -0.30-0.15	23.3 (78)	12.2 (126)	5.8	22.6	63.2	6.6	0.10	0.3
養液0.30 -0.30-0.15	26.7 (89)	11.3 (116)	5.9	21.2	50.0	6.3	0.15	0.3
養液0.15 -0.15-0.15	15.5 (52)	8.0 (82)	5.8	16.1	53.1	6.8	0.09	0.2
養液0.15 -0.60-0.15	38.9 (130)	12.6 (130)	6.1	26.3	47.5	6.3	0.13	1.2
養液0.15 -0.30-0	19.1 (64)	10.2 (105)	6.0	19.3	59.9	6.7	0.11	0.3
養液0.15 -0.30-0.30	27.5 (92)	11.6 (120)	5.8	23.6	57.4	6.5	0.09	0.5
慣行10+20(施肥標準)	30.0(100)	9.7 (100)	6.0	20.4	41.8	5.8	0.31	0.9

養液土耕の標準区は実線で表示。総窒素施肥量と良果収量の括弧は慣行10+20区を100とした指数。

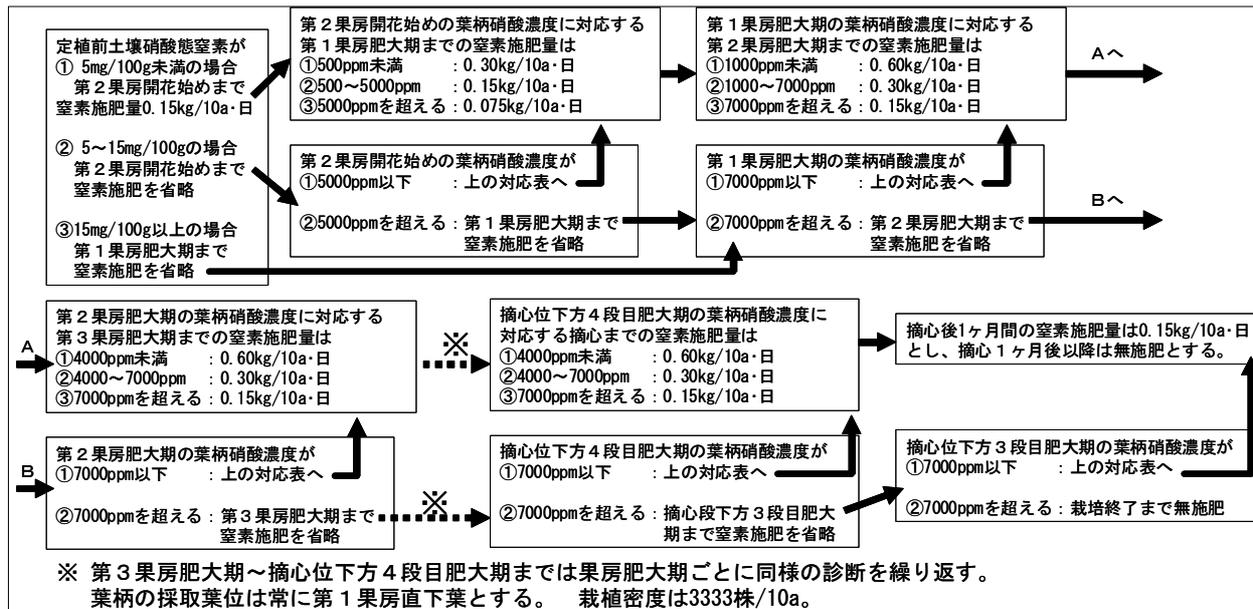


図 1 窒素栄養診断に基づく夏秋どりトマト養液土耕の肥培管理マニュアル

露地野菜畑・草地におけるヒトデ混和たい肥の施用効果および施用量

(1) 背景と目的

ヒトデは北海道沿岸で大量に混獲・駆除され、その有効利用が望まれている。そこで、ヒトデを混和したたい肥（牛糞およびカラマツチップ等の木質系資材に、生ヒトデを20%混和したもの。以下、ヒトデたい肥）の露地野菜や牧草に対する施用効果を明らかにし、施用量を検討した。

(2) 成果の内容

1) ヒトデたい肥の成分は窒素含有量が牛糞たい肥とほぼ同等で、マグネシウムを除く塩基が牛糞たい肥より有意に高く、カドミウム含有量が対照の3種類のたい肥よりも高かった(表1)。また、ヒトデたい肥の窒素無機化量は対照たい肥と同程度であった。

2) だいこん栽培において、ヒトデ1 t/10a 施用区、2 t/10a 施用区では、牛糞2 t/10a施用区とほぼ同等の収量が得られた。

3) 2年間の連用では可食部のカドミウム含有量の処理間差は認められず、CODEX 基準値案(だいこんで 0.1mg/kg、キャベツで 0.05mg/kg)を下回った。たい肥2年連用後の栽培跡地土壌のカドミウム含有量(0.1MHC1抽出)には処理間差が認め

られないが、ヒトデたい肥のカドミウム含有量が高いことから、露地野菜畑におけるヒトデたい肥の施用量は年間1 t/10aを上限とする。

4) 草地更新時にヒトデ混和たい肥を6 t/10a施用すると、対照たい肥と同等の肥効を持ち、カドミウムの蓄積も認められないことから、草地更新時には従来の基準値(6 t/10a)の施用で良いと考えられた。

(3) 注意事項

1) ヒトデ混和たい肥は牛糞およびカラマツチップ等の木質系資材に生ヒトデを20%混和したものである。

2) 本試験はだいこん、キャベツおよび草地更新時のチモシー単播草地に対して行った。

3) ヒトデ混和たい肥施用の際には、定期的に土壌分析を行い、0.1MHC1抽出カドミウム含有量が上昇した際には施用を中止する。

4) ヒトデ混和たい肥施用に伴う化学肥料の減肥量は、一般的なたい肥と同様に北海道施肥ガイドに従う。

(平成17年指導参考事項、園芸環境科)

表1 各種たい肥の成分含有量(現物あたり)

たい肥名	n数	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
					%		
ヒトデ	4	0.88(20)	0.90(32)	1.17(40)	1.81(69)	0.58(43)	0.49(32)
牛糞	32	0.56(38)	0.53(38)	0.67*(53)	0.70*(73)	0.34(78)	0.14*(68)
豚糞	5	1.18(75)	1.34(68)	1.00(87)	1.78(87)	0.81(117)	0.29*(108)
馬糞	4	0.34*(31)	0.46(48)	0.43*(60)	0.62*(88)	0.17(63)	0.15*(38)

たい肥名	n数	Zn	Cu	Cd	
					mg/kg
ヒトデ	4	61.4(49)	11.2(31)	1.21(91)	
牛糞	32	32.5(85)	13.4(120)	0.14*(104)	
豚糞	5	200*(94)	98.2*(127)	0.19*(114)	
馬糞	4	27.9(80)	13.5(139)	0.09*(76)	

1)*はヒトデたい肥に対して5%水準で有意差があることを示す(Dunnett法)。

2) 括弧内の数値はCV値(%)。

カキ殻粉砕物の石灰質資材としての特性

(1) 背景と目的

カキ殻粉砕物の粒径の違いによる pH 矯正の効果をほ場レベルで検討し、市販の炭カル資材と同等の効果を発現する粉砕粒径を明らかにした。

(2) 成果の内容

1) 道南農試ほ場(露地、だいこんを栽培)では、粒径が 0.5 以上 1 mm 未満 (0.5-1 区) のカキ殻粉砕物を施用すると、施用直後を除き対照の防散炭カル施用の場合と同等な pH 上昇がみられ、それより粒径が小さいとより早く上昇し (<0.5 区)、粒径が大きいと pH 上昇が遅れた (1-2 区および 2-5 区) (図 1)。

2) 現地農家のハウス(ほうれんそうを栽培)では、カキ殻粉砕物の粒径が小さいほど土壌 pH 低下の抑制効果が大きく、粒径が 1 mm 未満 (<0.5 区および 0.5-1 区)であれば、対照の防散炭カルと同等の効果を示した。

3) カキ殻粉砕物施用によるだいこんおよびほうれんそうの収量は、対照区と処理間差が認められなかった(表 1)。

4) 以上より、カキ殻粉砕物は、粒径が 1 mm 未満であれば、市販の炭カル資材と同様の施用量と方法で使用できると判断された。

(3) 注意事項

1) カキ殻はホウ素を比較的多く含む(25mg/kg)が、その施用による土壌への負荷量は、市販のホウ素入り化成肥料(例えば N-P₂O₅-K₂O-B で 12-16-12-0.2 % を 100kg/10a 使用した時)によるホウ素施肥量より少ないと試算される。カキ殻のカドミウム含有量(0.15 ~ 0.29mg/kg)は防散炭カル(0.28mg/kg)と同等である。

2) 半年程度野積みしたカキ殻を使用し、粉砕前には乾燥処理を行う。

(平成 18 年指導参考事項、園芸環境科)

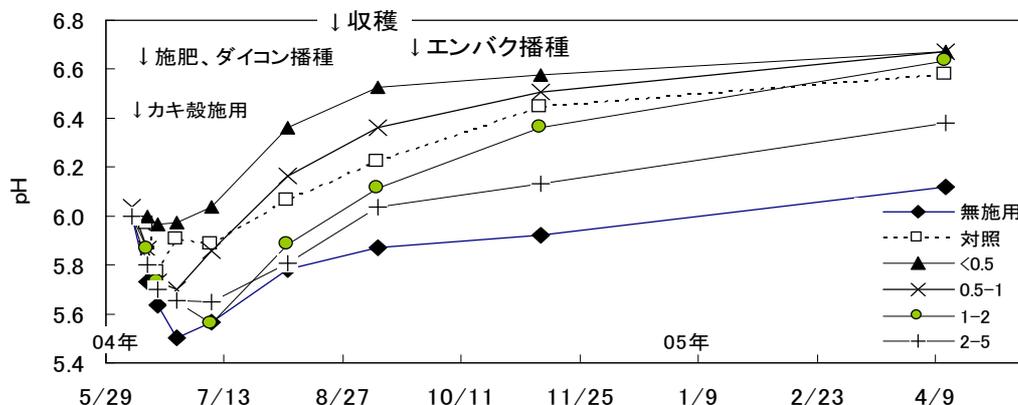


図 1 道南農試における土壌pHの推移 (平成16年度)

表 1 カキ殻粉砕物施用による作物収量への影響 (t/10a)

処理区	ダイコン (16年度)	ほうれんそう 1作目 (17年度)
無施用区	6.3	1.8
対照区	6.5	1.8
<0.5区	6.4	1.8
0.5-1区	6.0	2.1
1-2区	7.0	1.8
2-5区	6.1	1.8

対照区に対して有意差なし
(5%水準、Dunnett法)

ハウス栽培におけるにらの窒素施肥法改善

(1) 背景と目的

にらのハウス栽培においては、新しい品種や栽植様式に対応した施肥管理が求められている。そこで、周年的な養分吸収特性を明らかにし、栽植年次ごとの窒素施肥量および施肥方法を明らかにした。

(2) 成果の内容

1) 現地ほ場の実態調査では定植年の窒素基肥量が多く、土壌熱水抽出性窒素や土壌有効態リン酸含量が高い傾向にあった。

2) にらの窒素含有量は定植年は定植 25 日後まで少なく、それ以降は 9 月中旬まで急激に増加する。収穫年は収穫の後、9 月中旬まで窒素含有量が増加する。9 月中旬以降休眠までは各年とも地上部の窒素含有量は停滞した。

3) 目標収量は従来は毎年 5.0 t/10a だったが、生育特性と現地実態から収穫初年目には他の収穫年と比べて低収のため 4.0 t/10a とし、2 年目以降は 6.0 t/10a とする。

4) 定植年の窒素施肥は基肥を 10kg/10a 程度とし、分施を定植 25 日後と 50 日後に 8 kg/10a ずつおこなうことで、翌春(収穫 1 年目)の収量レベルも維持された(表 1)。

5) 収穫年の窒素基肥を 8 kg/10a とすることで目標収量に達する(表 2)。分施については 6 kg/10a ずつを収穫終了時と 7 月、8 月の 3 回にわけて施用することが窒素吸収量と目標収量からみて適当であった(表 3)。

6) 以上から、ハウス栽培におけるにらの窒素吸収特性に基づく窒素施肥法を定植年は 26 (10+8+8) kg/10a の早期分施型、収穫年も 26 (8+6+6+6) kg/10a とする(表 4)。

(3) 注意事項

- 1) ハウス促成および半促成作型に適用する。
- 2) 北海道施肥ガイドの区分で土壌窒素肥沃度水準Ⅱ(標準)における試験である。
- 3) 土壌窒素肥沃度の分析法は露地野菜畑と同様に熱水抽出性窒素とする。

(平成 18 年普及推進事項、園芸環境科)

表 1 定植年の施肥配分と翌年の収量性

試験区*	収量 t/10a	平均 一茎重 g	乾物収量 kg/10a	収穫による N 持出量 kg/10a
無窒素	2.7	4.3	249	8.3
5+13+8	3.5	4.5	298	10.7
10+8+8	4.0	4.9	342	12.8
15+3+8	4.0	5.0	340	11.8

*定植年基肥+25 日目+50 日目分施

表 2 収穫年基肥と収量性(定植 1 年目)

基肥 kg/10a	収量 t/10a	平均 一茎重 g	乾物収量 kg/10a	収穫による N 持出量 kg/10a
4	3.8	4.3	320	12.6
8	4.1	4.9	344	13.6
12	3.9	4.8	329	13.0

表 3 収穫年の分施用量と収量性

試験区*	収量 t/10a	平均 一茎重 g	乾物収量 kg/10a	収穫による N 持出量 kg/10a
0 (0×3)	3.7	4.7	341	11.0
9 (3×3)	4.9	5.6	425	12.1
18 (6×3)	6.2	5.9	537	16.8
27 (9×3)	6.9	6.9	613	20.8

*分施は同量ずつ 5,7,8 月におこなった

表 4 窒素施肥法 (kg/10a)

	基肥	分施量	
		定植 25 日後	定植 50 日後
定植年	10	8	8
収穫年	8	6	7 月, 8 月 6 6

かぶの肥培管理および病害虫防除の指針

(1) 背景と目的

道南地域の地域特産野菜のひとつであるかぶの肥培管理および病害虫防除の現地実態を調査するとともに、施肥量・防除法を検討し、適正な窒素施肥量および防除回数を設定することを目的とした。

(2) 成果の内容

1) 現地のハウス作型では総窒素施肥量が9～13kg/10a、土壌の硝酸態窒素が7 mg/100g 以上であり、露地トンネル作型では総窒素施肥量が9～11kg/10a、熱水抽出性窒素が5 mg/100g 以上であった。両作型とも収量は5～6 t/10a であった。

2) ハウスおよびトンネル作型での効率的な窒素施肥量は、窒素肥沃度低水準の場合、それぞれ15kg/10a、12kg/10a であった(表1)。

3) 現地実態および窒素用量試験より、早春まきかぶの窒素肥沃度別の施肥対応を提示した(表2)。

4) 現地でのハウスおよび露地トンネル作型での殺菌・殺虫剤の使用は、消毒済み種子の使用お

よびキスジトビハムシに対する播種時の粒剤1回施用であり、これにより病害虫の被害を抑えることができる。

5) 道南での栽培はない露地春夏まき栽培の場合には場における発生病害は、白さび病、黒斑病、べと病、根こぶ病である。発生害虫はキスジトビハムシ、コナガ、アブラムシ等であり、キスジトビハムシの被害は甚大で薬剤防除では防ぎきれないと考えられた。

6) 防虫ネット(0.6mm 目以下)被覆は、キスジトビハムシ等の害虫の侵入を抑えるが、アブラムシ類には効果がない。また、ネット被覆によりかぶの葉の徒長や品質低下をもたらし、適用時期は春と秋に限られる。

7) 病害虫発生状況より各作型における適正な殺菌・殺虫剤使用回数を提示した(表3)。

(3) 注意事項

1) 本試験は道南地域のこかぶに対して行ったものである。

(平成18年指導参考事項、園芸環境科、病虫科)

表1 N肥沃度低水準土壌における窒素用量試験の結果

作型	N施肥量 kg/10a	収量* t/10a	N吸収量 kg/10a
ハウス	0	2.1	6.4
	7	3.2	7.6
	12	3.9	9.8
	15	6.9	12.1
	20	6.4	12.9
	30	6.8	13.8
露地 トンネル	0	0.1	1.3
	4	2.0	3.1
	8	5.1	5.8
	12	8.5	10.4
	16	8.7	11.1
	24	9.7	13.6

*規格内

表2 早春まき作型の窒素施肥対応
ハウス作型、目標収量:5.6t/10a

硝酸態窒素 mg/100g	~5	5~10	10~15
窒素施肥量 kg/10a	15	12	9

露地トンネル作型、目標収量:5.0t/10a

熱水抽出性窒素 mg/100g	~3	3~5	5~
窒素施肥量 kg/10a	12	11	10

表3 かぶにおける各作型の病害発生量および適正な殺菌剤使用回数の設定

作 型	病害発生程度				殺菌剤使用回数					
	白さ び病	黒斑 病	べと 病	根こ ぶ病	苗立 枯病	白さ び病	べと 病	黒斑 病	根こ ぶ病	殺菌剤 使用回数
ハウス	無	無	無	無	3(0)*	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	設定
トンネル	無	無	無	無	3(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	設定
5月まき	無	無	無	少	3(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(1)	設定
6月まき	少~多	少	無	少	3(0)	—**	0(0)	0(1)	0(1)	設定困難**
7月まき	甚	無	無	少	3(0)	—**	0(0)	0(1)	0(1)	設定困難**
8月まき	中	中	多	無	3(0)	—**	—**	—***	0(1)	設定困難***
9月まき	甚	中	無	無	3(0)	—**	0(0)	—***	0(1)	設定困難***

*基幹防除回数(臨機防除回数)

*** 黒斑病の登録農薬がなく、殺菌剤使用回数の設定困難

** 白さび病、べと病が多発し、クリーン農業推進上妥当な殺菌剤使用回数の設定が困難

有機質資材を用いたハウス夏秋どりトマトの無化学肥料栽培指針

(1) 背景と目的

一般にトマト栽培では、定植後に何回もの追肥を必要とするため、有機栽培においても追肥方法が生産安定化のカギとなる。そこで、追肥には魚を原料とした有機質液肥を使用して、肥料の全量を有機物施用した栽培法を開発する。

(2) 成果の内容

1) 全量有機区は化成標準区と比較して窒素吸収量がやや低いものの、化成標準区に近い収量を得た。さらに、果実の糖度・酸度についても全量有機区は化成標準区と同等であった(表1)。

2) 「北海道施肥ガイド」などにに基づき土壌肥沃度水準ごとに施肥対応した場合も、有機肥料区は化学肥料区と同等に近い収量を得た。窒素吸収量

については水準ごとに傾向が異なるが、収量に及ぼす程度は小さいと考えられた。また、果実の糖度および酸度も同等であった(表2)。

3) ハウス夏秋どりトマトの本圃における栽培では、無化学肥料栽培が可能であり、土壌肥沃度に対応した現行の施肥対応も適用可能であった。ハウス夏秋どりトマトの本圃における無化学肥料栽培の施肥指針を策定した(表3)。

(3) 注意事項

1) 本成績は、通常防除を行った全量有機物施用試験の成果である。

2) 全量有機物施用栽培においても土壌診断に基づき施肥対応を行い、土壌養分を適切に維持する。

(平成19年指導参考事項、栽培環境科)

表1 全量有機物施用試験の収量・品質・窒素吸収量

年次	施肥方法	良果		果実品質		窒素 吸収量 (kg/10a)
		収量	糖度 (%)	糖度 (g)	酸度 (g)	
平成16年	化成標準	11.3	5.6	—	—	33.9
	全量有機	10.2	5.6	—	—	28.2
平成17年	化成標準	14.3	5.9	0.44	—	26.2
	全量有機	14.4	5.8	0.41	—	24.9
平成18年	化成標準	12.2	6.1	0.45	—	30.3
	全量有機	11.6	5.9	0.44	—	28.1

表2 施肥対応試験における収量・品質・窒素吸収量

窒素 肥沃度 ¹⁾	施肥の 種類	草丈 ²⁾ (cm)	良果		果実品質		窒素 吸収量 (kg/10a)
			収量 (t/10a)	糖度 (%)	糖度 (g)	酸度 (g)	
水準Ⅰ	化学肥料	44.0	10.7	6.1	0.42	27.4	
	有機肥料	43.1	10.4	6.1	0.43	23.9	
水準Ⅱ	化学肥料	44.6	9.6	5.9	0.43	23.8	
	有機肥料	45.0	10.8	5.9	0.45	25.0	
水準Ⅲ	化学肥料	45.1	12.4	6.0	0.43	28.3	
	有機肥料	44.6	10.9	6.1	0.45	29.3	

1) 「北海道施肥ガイド」の区分に準拠した(本試験における水準Ⅰ～Ⅲの硝酸態窒素量は1.2、6.1、10.4mg/100g)

2) 定植後2週間目

表3 有機質資材を用いたハウス夏秋どりトマトの無化学肥料栽培指針

項目	施肥量 (kg/10a)			施肥量設定および栽培上の留意点		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
施肥	総施肥量	10	20	20	施肥標準量 ¹⁾	
	基肥	たい肥由来養分量	(4	4	16)	4t/10a施用時の養分換算量(牛糞尿由来の完熟たい肥)
	有機質肥料	(6	16	4)	定植約14日前施用(マルチ等により土壌水分・地温を維持する)	
	追肥	総施肥量	20	—	20	7段どりの施肥標準量(NおよびK ₂ Oそれぞれ4kg/10a×5回) ¹⁾
使用する有機質肥料の例	たい肥由来養分量 ¹⁾	(4	—	—)	たい肥4t/10a連用2~4年の場合(5年以上は8kg N/10a)	
	有機質肥料	(16	—	20)	定植後約14日目と各段ごとに第4段まで計5回に分けて行う	
土壌診断に基づく施肥対応	窒素・リン酸・カリについては、土壌分析値と「北海道施肥ガイド」に基づいて施肥量を決定する。また、たい肥の連用年数・施用量により窒素・リン酸・カリを減肥する ²⁾ 。					
窒素	(基肥) 魚かす・なたね油かす・大豆油かす			(追肥) 魚などを原料とした有機質液肥		
リン酸	(基肥) 脱脂米ぬか・大豆油かす・なたね油かす・骨粉					
カリ	(基肥) 醗酵副産肥料・草木灰・天然硫酸加里			(追肥) 天然硫酸加里		

1) 「北海道施肥ガイド」(北海道農政部平成14年)に基づく

2) たい肥由来養分量は「施設栽培におけるたい肥連用効果と窒素・リン酸減肥基準」(平成15年普及推進事項)に基づく

高設・夏秋どりいちご「エッチエス-138」の養液管理および窒素栄養診断技術

(1) 背景と目的

高設・夏秋どりいちごは市場のニーズが非常に高く、作業性が良好なため、生産拡大が期待されている。しかし、養液の濃度管理などの要因により、収穫期間途中で急激に収量が減少する「成り疲れ」の症状を起こしやすい。そこで、養液の窒素管理法および窒素栄養診断法を確立し、高設・夏秋どりいちごの生産安定化を図る。

(2) 成果の内容

1) 全生育期間中の養液濃度が高いほど果実収量は増加する傾向にあったが、果実の Brix 値は低下し、酸度は高くなる傾向にあった。窒素施肥量に対する窒素吸収量の割合は施肥量が多くなるほど低下した。

2) 果実総収量および可販果収量は、養液の窒素濃度配分を花房養成期および株養成期に中程度 (50mgN/L)、前期収穫期では中休期の落ち込みを防ぐため高濃度 (75mgN/L)、中休期は中程度 (50mgN/L)、後期収穫期では無駄な養分の供給を抑えるために低濃度 (25mgN/L) とした処理区において高く、同区は施肥窒素量に対する窒素吸収量の割合も高かった。

3) 葉位別葉柄硝酸濃度は各区とも上位葉で低く、下位葉ほど高くなり、時期とともに高まる傾

向にあった。養液濃度の上昇に伴い葉柄硝酸濃度は高まっており、これを測定することによって体内の窒素栄養を把握することが可能と考えられた。

4) 果実の前期収量は直前の葉柄硝酸濃度が 500 ~ 1,500mgNO₃/kgFW をはずれると低収になり、中休期収量は 1,000 以下、2,700mgNO₃/kgFW 以上で低収の傾向、後期収量は 1,200 ~ 2,700mgNO₃/kgFW の間で高収になる傾向であった。

5) 安定的な収量確保のための養液窒素管理基準を設定し(表1)、さらに窒素栄養状態の確認のための各生育ステージにおける窒素栄養診断基準値も併せて設定した(表2)。これらの養液管理および窒素栄養診断技術基準により、高設・夏秋どりいちご「エッチエス-138」の収量安定化が図られる。

(3) 注意事項

1) 窒素栄養診断基準値からはずれた場合は養液濃度の調整をし、1週間後に再測定する。

2) 当面、リン酸と加里の施肥配分は窒素施肥と同じとする。

(平成 20 年指導参考事項、栽培環境科)

表1 高設・夏秋どりいちご(エッチエス-138)の養液窒素管理基準

	時期	養液窒素濃度	1日当たりの窒素施肥量
株養成期	定植～6月下旬	N50mg/L	80g/10a・日(14.4mg/株・日)
花房養成期	6月下旬～7月中旬	N50mg/L	80g/10a・日(14.4mg/株・日)
前期収穫期	7月中旬～8月上旬	N75mg/L	120g/10a・日(21.6mg/株・日)
中休期	8月上旬～9月中旬	N50mg/L	80g/10a・日(14.4mg/株・日)
後期収穫期	9月中旬以降	N25mg/L	15～40g/10a・日(2.5～7.2mg/株・日)

表2 高設・夏秋どりいちご(エッチエス-138)の窒素栄養診断基準値

時期 ¹⁾	窒素栄養診断値 ²⁾
前期収穫直前 7月10日頃	500～1500mg NO ₃ /kgFW
中休期直前 8月10日頃	1000～2700mg NO ₃ /kgFW
後期収穫直前 9月10日頃	1200～2700mg NO ₃ /kgFW

1) 定植期を5月とした場合

2) 下葉から5葉位の葉柄を測定する

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

(1) 背景と目的

家畜排泄物等の有機性廃棄物を肥料として利用するには、それらに含まれる有害物質の発生量や土壌・作物への影響を調査しておく必要がある。そこで、本道で発生する有機性廃棄物の 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とともに、土壌・作物への Cd リスクの軽減策を検討する。

(2) 成果の内容

1) 北海道で年間に発生する有機性廃棄物由来の Cd 量 7,855kg のうち、農業由来の約 95 % (2,033kg、主に家畜ふん尿)、非農業由来の約 20 % (1,160kg、水産系およびし尿汚泥等) が農地に負荷されている。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 0.10、全体で 0.27g/10a と試算される(表1)。

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 以下である。農業由来の稲わら・麦稈・乳牛ふん尿はいずれも低く、0.1 を下回っている。野菜・牧草は、それぞれ 0.06 以下、0.11 以下とコーデックス基準や飼料の有害物質の指導

基準より低い。

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、トマト残さの搬出に伴う Cd 持ち出し量が負荷量を上回るが、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2)。なお、トマト果実の 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 0.01 未満 ~ 0.08 と低く、処理間差は判然としなかったが、これらの作物でも各種有機性廃棄物資材の施用量増加に伴い、土壌に蓄積する Cd が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 の増加量の間には直線関係がみられ、回帰式から Cd 負荷量 25g/10a あたり土壌の 0.1MHCl-Cd は 0.1mg/kg 増加することが示された(図1)。

(3) 注意事項

1) 土壌のカドミウム濃度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、カドミウム濃度の高い資材の施用には留意する。

(平成 20 年指導参考事項、栽培環境科)

表1 北海道における有機性廃棄物由来 Cd 量、農地負荷

	有機性廃棄物由来Cd量 (kg/y)		農地Cd負荷量 ¹⁾ (g/10a)
	全発生量	還元量	
農業由来	2,136	2,033	0.17
非農業由来	5,719	1,160	0.10
合計	7,855	3,193	0.27

1) 農地への還元量を北海道の全耕地面積(1,166千ha)で除した値。

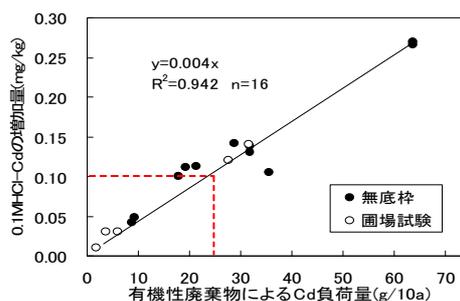


図1 有機性廃棄物資材施用による Cd 負荷量と土壌 (0-20cm) の 0.1MHCl-Cd の増加量の関係

表2 野菜畑における有機性廃棄物資材施用に伴う Cd 収支と土壌およびトマト果実の Cd 濃度及ぼす影響

処理区	資材 ¹⁾		土壌のCd収支[5年間積算値] (g/10a)			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
	施用量 (kg/10a)	Cd濃度 (mg/kg)	負荷量 ²⁾	持ち出し量 ³⁾	差		
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) 有機質性資材分、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