

ヘイオーツの導入による 露地野菜畑の環境保全型農業

埼玉県農業試験場 環境生物部

部長 日高 伸

1 はじめに

埼玉県北部の畑地帯は肥沃な土壌(淡色黒ボク土の洪積台地と利根川の沖積低地)と水に恵まれ、多品目で良質な露地野菜の産地として知られています。標高 50~70 m の台地にある露地野菜畑ではネギ、キャベツ、ブロッコリーの集約栽培を中心にダイコン、ナス、ニンジン等が上位に作付けされています。また、当地域には多頭飼育畜産経営農家も多くみられ、狭い地域に多量の窒素が流出します。環境中への流出する窒素量は畜産、肥料、集落を含めると 390 kg/ha/年(耕地面積当たりでは 830 kg/ha/年)と膨大です¹⁾。早くから地下水の硝酸濃度が飲料水の水質基準(10 mg/l)を上回っており²⁾、窒素の負荷削減、流出防止対策が急がれています。地下水の硝酸汚染の原因は言うまでもなく、農地(山林、休耕地を含む)に過剰に投入あるいは投棄される窒素に由来します。そこで、畑地から下層へ溶脱する窒素の実態を明らかにするために、鶏ふんが施用されたキャベツ畑で、作土から下層へ移行する硝酸態窒素の動態を調査しました。また、硝酸態窒素の溶脱を防止する対策

として、キャベツ収穫後にエン麦を導入した結果、顕著な改善効果が認められたので、これらの概要をご紹介します。

2 試験方法

(1)キャベツ連作区(平成3~9年):品種「金春」、定植:8月下旬~9月上旬,栽植密度:畦間75 cm×株間30 cm,収穫:11月中旬~12月上旬,施肥法:化成肥料慣行施肥,肥効調節型肥料の全量基肥,施肥量(慣行区):基肥 N 11.2 kg/10 a,追肥(定植後約1か月)N 8.4 kg/10 a (2)キャベツ,エン麦区(1994~1997年):エン麦品種「ヘイオーツ」,エン麦播種:2月中旬~3月上旬,畦間30 cmに条播,刈り取り:5月下旬~6月上旬(1番刈り),7月上旬~中旬(2番刈り),すき込み:8月上旬~中旬(キャベツ定植25~30日前),キャベツ耕種概要:上記に同じ

3 成果の概要

1) キャベツ連作畑の土壌溶液中の硝酸態窒素濃度

平成3~9年に調査した土壌溶液中の硝酸態窒素

牧草と園芸・平成10年(1998)9月号 目次 第46巻第9号(通巻547号)



札幌市近郊の「キカラシ」畑

- 府県向・インゲン優良品種アラカルト……………表②
- ヘイオーツ導入による露地野菜畑の環境保全型農業…………日高 伸…1
- 緑肥作物を利用した風塵対策と土づくり……………峯岸 芳雄…6
- ルポルタージュ
- 「スノードライバランス」の使用事例 北海道編……………松本 啓一…10
- 青森編……………沼原 健二…12
- 矮性丸莢いんげん新品種「S B 2012」の
品種特性および栽培のポイント……………近江 公…14
- 府県向・雪印の秋播き緑肥作物……………表③
- 雪印種苗の環境哲学・堆肥発酵機「沃野」……………表④

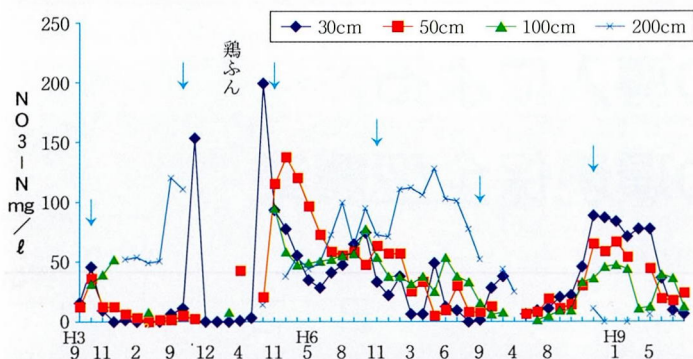


図1 化成肥料、単作畑の土壤溶液中の硝酸態窒素濃度

素濃度を図1に示します。同圃場には平成3年春と平成5年春に乾燥鶏ふんを約3 t/10 a 施用しています。作土から2 m 下層までの硝酸態窒素濃度は時期、年次により大きな変動がみられます。施肥直後は作土の硝酸態窒素濃度は作土で高く、下層で低い(図1:平成8~9年)傾向がみられ、また、多量の鶏ふんを施用した直後は作土30 cm 下の濃度が150 mg/l 以上(平成5年5月)となるように、鶏ふんの窒素は土壤中で分解して、硝酸態窒素の形態に変化します。硝酸態窒素は作物に吸収されますが、土壤に吸着されないために、降雨によって、次第に作土から下層へ移動(溶脱)します³⁾。土壤中での移動は降雨量や土壤の性質によって大きく異なりますが、普通は極めて遅いです。ここでは、鶏ふんを施用した約1年後に2 m の下層で硝酸態窒素の濃度が高くなりました。平成5年のキャベツ収穫後から、平成6年のキャベツ定植前までの土壤溶液中の硝酸態窒素濃度は、平均61.9 mg/l (作土下30 cm~2 m まで:45.1 mg/l~121.2 mg/l)と高いです。詳細にみると、施肥時期、家畜ふんの施用時期、そして降雨量・時期によって濃度が大きく変動しています。このように、キャベツ畑から硝酸態窒素の溶脱が高濃度で、しかも年間を通じて生じていることがわかります。おおむね、休閑期には下層で濃度が高い(平成6~7年)傾向にあります。

そこで、硝酸態窒素の溶脱の実態を把握するために、比較的にか畜ふんの施用が行われている地区について、作土~1 m 下層土までの土壤を10 cm 間隔で採取し、土壤中の硝酸態窒素量を調査しました。土壤中の硝酸態窒素含量の層位別分布を図

2に示します。作土~下層土の硝酸態窒素含量は圃場によって大きく異なりますが、827-1 圃場は作土0~10 cm で高く、おそらく家畜ふんの施用直後と思われます。一方、820-1 圃場は作土よりも下層土で硝酸態窒素濃度が高くなっています。図2から、作土の硝酸態窒素が下層へ溶脱される現象が伺えます。

以上の結果から、畑圃場では年間を通じて、肥料や家畜ふん等からの窒素が浸透溶脱していることが明らかです。畑土壤から下層へ溶脱された硝酸態窒素はいずれ地下水へ流入し、地下水の硝酸汚染を引き起こします。これが当地域、またわが国、世界の畑地帯(主に台地)で問題になっている地下水硝酸態汚染の直接の原因です。

そこで、畑地から窒素の溶脱を軽減、あるいは防止する具体的な対策を行う必要があります。これが環境保全型農業を推進する大きな理由です。わが国では地域環境の改善に向けた取り組み、その成果はまだ十分とはいえません。一つには、現場で確実な効果が期待できる、環境保全型農業技術が確立されていないこともあります。硝酸態窒素の溶脱軽減対策として、①単位面積当たりの窒素投入量を削減、②窒素の下層への溶脱を軽減する、いずれかの対策が有効です。前者は、施用有機物の窒素量と肥効率を考慮して、定植時の無機態窒素量を勘案した施肥設計も重要です。また、肥効調節型肥料の適正な施用によって、施肥窒素

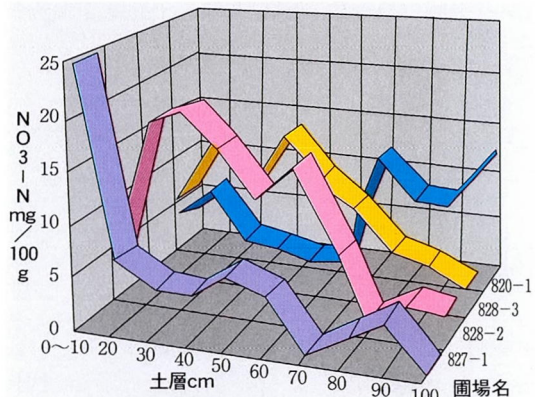


図2 露地野菜産地圃場の作土~下層土壤の硝酸態窒素含量分布(実態調査)

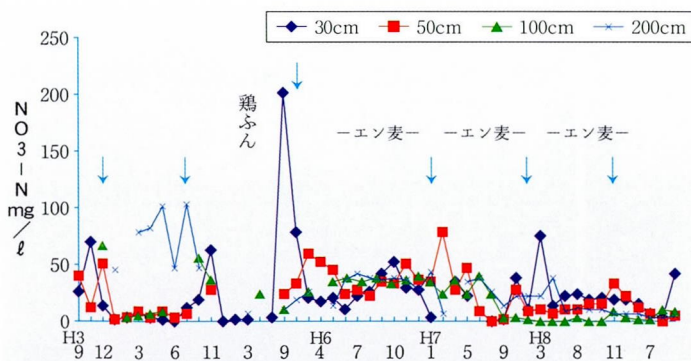


図3 緩効性肥料施用、輪作畑の土壌溶液中の硝酸態窒素濃度



写真1 エン麦を導入した輪作体系圃場 (左:エン麦は無肥料栽培)

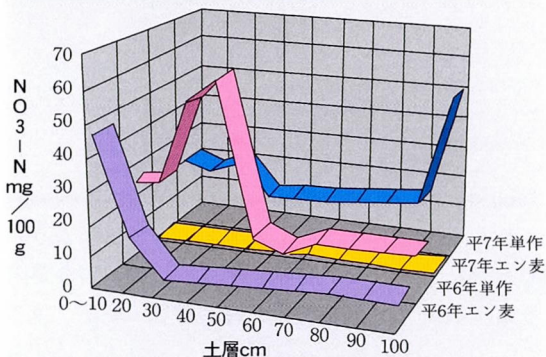


図4 キャベツ→エン麦跡地の作土～下層土壌の硝酸態窒素含量分布 (試験圃場)

量を削減でき、これによって、下層への硝酸態窒素の溶脱総量、濃度を低下させます。後者についてはマルチ栽培、禾本科作物を導入した輪作体系が考えられます。

2) エン麦の導入効果

① 硝酸態窒素の溶脱防止効果

そこで、キャベツ連作圃場で硝酸態窒素の溶脱

防止に役立つと思われる対策を検討し、伸根性のエン麦を平成6年に導入しました。12月上・中旬にキャベツを収穫した後、翌年の1月下旬～2月下旬に除草をかねて、キャベツ外葉のすき込み、耕起が行われます。その直後にエン麦を播種(無肥料)します。ここでは、エン麦の栽培期間を長く維持する(畑の被覆期間)栽培法を併せて検討しました。

その結果、2月中旬～7月上・中旬の期間に畑全体をエン麦で被覆する(写真1)

ことによって、硝酸態窒素の作土から下層への溶脱を軽減できます。

エン麦を導入した初年でも、下層土壌の硝酸態窒素濃度(平成5年キャベツ収穫後から平成6年のキャベツ定植まで期間の濃度)が35.0 mg/l(30cm～2m間:11.5 mg/l～44.7 mg/l)であり、上記した対照区の半分以下の濃度に低下しました。さらに、輪作を3年継続した平成8年3～9月は下層1～2m間の平均濃度が8.6 mg/l(対照区17.6 mg/l)、同4年では4.6 mg/l(対照区21.5 mg/l)とエン麦導入の効果が顕著に認められます(図3)。また、土壌中の硝酸態窒素濃度の垂直分布でも明らかのように、エン麦を導入しないキャベツ連作圃場では、作土～下層土まで、土壌中の硝酸態窒素含量が一様に高く、平成6年は20～30cmの位置でピークが見られ、平成7年は90～100cmの位置で硝酸態窒素が高くなっています。これに対して、エン麦跡地では下層土の硝酸態窒素含

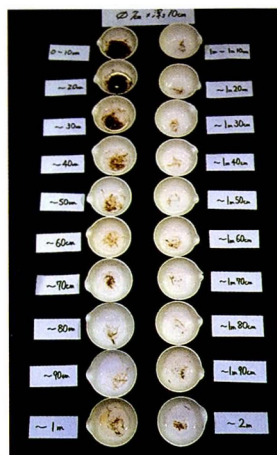


写真2 エン麦の根の分布 (2m下層までみられる)



写真3-① エン麦の高刈り（1番刈り）

表1 エン麦の生育量、窒素吸収量

	草丈 (cm)	生草重 (t/10a)	乾物重 (t/10a)	C (%)	N (%)	C/N比	窒素吸収量 (N:kg/10a)
1番刈り	115.3	3.695	0.935	39.1	2.27	17.2	18.9 (12.5~33.7)
2番刈り	77.1	0.758	0.261	40.3	1.54	26.2	4.0 (2.8~5.1)
計		4.453	1.196				22.9 (15.3~38.8)

平成6～9年の平均値（生草重、乾物重の値はH6年を除く。H6年は1番刈りのみ実施、同年の生草重は8.21t/10a）

量が著しく低下しました(図4)。これは、下層へ浸透移行する硝酸態窒素が伸根性のエン麦に吸収されたことを示しています。事実、エン麦の根は収穫時には2m以上に達しています(写真2)。

② エン麦の生育量、窒素吸収量及び刈り取り・すき込み時期

エン麦は硝酸態窒素の溶脱を防止することを目的にして栽培するために、それに応じた栽培が必要になります。1月下旬～2月中旬に播種（無肥料）したエン麦は、5月下旬～6月上旬の出穂前には草丈が1m程度となり、旺盛な生育を示します。この時期に1番刈りを行います。

根際から10～15cm程度の高刈りをし、そのまま土壌表面を被覆します(写真3)。7月上旬の出穂前に第2回の刈り取りを行います。エン麦の土壌すき込みはキャベツ定植前の25～30日とします。エン麦の生育量、窒素吸収量を表1に、また、エン麦すき込み後の炭素、窒素分解率を表2に示します。キャベツあとに無肥料で栽培したエン麦は、10a当たりの平均生草重が4.45t、窒素吸収量は1番刈りで19kg/10a（範囲13～34kg）、2番刈りは4kg/10a（3～5kg）です。エン麦のC/N比



写真3-② 土壌表面を被覆する

表2 エン麦すき込み後の有機物、炭素、窒素分解率

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100日
有機物分解率	15.1	32.4	41.3	52.5	64.9	65.1	65.1	65.1	67.4	67.4
炭素分解率	14.9	32.3	40.7	55.3	66.3	71.5	71.5	71.5	74.9	75.0
窒素分解率	18.9	35.9	37.2	51.6	55.4	56.1	58.3	61.5	62.3	62.0
N発現量(kg/10a)	4.3	8.1	8.5	11.8	12.7	12.8	13.4	14.0	14.3	14.2

窒素発現量はエン麦の平均含有窒素量22.9kg/10aをすき込んだ場合

表3 輪作体系+緩効性肥料組み合わせのキャベツ収量、窒素利用率

区	結球収量 (t/10a)	収量指数	窒素利用率 (%)
単作慣	無窒素	0.97	31
	標肥	3.09	100
	慣2割	2.82	91
エン麦導入	化成標肥	4.85	157
	同2割減	4.26	138
	被覆N肥	4.62~5.02	150~162
	同2割減	4.48~4.83	145~156

は1番刈りは17、2番刈りは26です。このようにエン麦の土壌中での分解は速やかです。すき込み30日後のキャベツ定植時には有機物・炭素・窒素とも、37～41%程度の分解が認められます。すき込みからキャベツ定植までの約1か月間に8.5kg/10aの窒素が、キャベツの収穫期までに、約14kg/10aの窒素が発現します。従って、エン麦をすき込んだ場合には緑肥としての効果も十分に期待できます。

③ エン麦すき込み圃場のキャベツ生育・収量

農家の慣行施肥量（窒素19.6kg/10a、うち基肥窒素11.2kg）で、基肥窒素を2割減肥した場合、キャベツの収量は低下します。キャベツは収穫期



写真4 エン麦の被覆によって表面浸食（ルリエロージョン）が防げる

まで窒素を必要とするため、減肥が難しい作物です。しかし、エン麦を緑肥としてすき込むと、標準の窒素施肥量で157%（キャベツ連作圃場に対する収量比）に増加します。また、基肥窒素量を2割減肥しても138%の増収が得られました。さらに、肥効調節型肥料の全量基肥（本試験では様々な肥効調節型肥料を供試し、その肥効を確認した。その結果、秋冬とりキャベツに適した資材は、溶出期間が100～120タイプの被覆窒素肥料、化学合成緩効性肥料また肥効が同程度に期待できる硝酸化成抑制材入り窒素肥料のいずれでもよい）では、10月上旬の追肥を削減でき、さらに、施肥窒素の利用率が、化成肥料の40%から肥効調節型肥料は60～80%に高まり、2割減肥でも高い収量が得られます（表3）。

4 おわりに

キャベツあとに導入したエン麦は無肥料で23kgの窒素を吸収しました。これは前作のキャベツに施用した窒素量を上回っています。エン麦は作土、また、下層土壌から多量の窒素を吸収したことになります。植物が吸収する窒素の大部分は無機態の窒素です。下層土にある無機態の窒素の大部分は、植物の根に吸収されない限り、いずれ溶脱されます。そこで、伸根性作物の養分吸収機能は環境的な視点から高く評価できます。植物や根の機能を評価し、それを適所に活用する技術は益々重要になると思われます。

環境保全型農業では環境負荷を軽減する技術開発と併せて、技術の現場への定着が重要です。定



写真5 エン麦のすき込みでキャベツの収量、品質が向上

着の条件は、導入する技術が地域の環境改善のみならず、生産者のメリットもあわせて持つことが重要です。その点、エン麦にはいくつかの導入効果が確認されました。①畑土壌から硝酸態窒素の溶脱を軽減できる（地下水の硝酸態汚染防止対策）、②緑肥としてすき込むと、秋冬どりキャベツの施肥量を2割以上削減できる（肥料費削減）、③キャベツの収量が増加する（生産性向上、対照区比138%）、④肥効調節型肥料と組み合わせると140～160%の収量が得られ（収量増）、さらに追肥の削減が図られる（施肥省力）、⑤風食、土壌表面の水侵食の防止に役立ちます（土壌保全、写真4）。さらに、供試エン麦はキタネグサレセンチュウに対して、生物防除効果⁴⁾（品質向上、写真5）も期待されています。

参考文献

- 1) 日高 伸：露地野菜地帯の窒素収支と浅層地下水の窒素濃度の計測
埼玉県北部複合土地利用台地の例、北海道土壌肥料研究通信、8（1996）
- 2) 日高 伸・伊藤 信：荒川扇状地における地下水水質の実態解析と調査法、埼玉農試研究報告、42（1987）
- 3) 亀和田國彦：黒ボク土における養水分移動と作物生育に関する土壌溶液論的研究、栃木県農業試験場研究報告、45（1997）
- 4) 北島美津子：対抗作物「ヘイオーツ」のセンチュウ抑制効果とダイコン体系への組み入れ、牧草と園芸、42、3（1994）