

肥効調節型肥料（エコロング424-40，70タイプ）を用いたチンゲンサイの硝酸イオン低減化技術

静岡県農業試験場 土壤肥料部

研究主幹 松 本 昌 直

はじめに

静岡県の特産野菜であるチンゲンサイの生産量は全国シェア18%で21億円の生産額を上げている。導入以来20年以上、年6～8作の周年栽培がおこなわれている。生産の安定のために年間100t ha⁻¹に及ぶ有機物を連用し、土づくりを行ってきた結果、窒素やリン酸、塩基類などの土壤への集積が進むとともに、作物体への硝酸イオンの過剰な蓄積がみられるようになった。

硝酸イオンは土壤中で肥料や有機物の分解によって生成され、植物の根から吸収され、体内でアミノ酸などに代謝される。一方では、食品添加物としても認められており、通常の摂取程度ではヒトに害を及ぼすことはない。しかし、過剰な摂取は健康に悪影響を及ぼすことが懸念されており、WHO（世界保健機構）では、1,540mg/週の制限値を設け、EUでは野菜の硝酸イオン濃度の上限值を設定した。

野菜は人の健康に対して、有用な機能性に富む食品であるが、硝酸イオンの主たる摂取源が野菜であることから、特に硝酸イオン濃度が高い葉菜類の値を低下させることは重要である。

また、硝酸イオンの低減化は結果として、施肥量の削減や有機物施用の適正化となるため、環境負荷の少ない栽培となる。

ここでは、連作産地におけるチンゲンサイの栽培環境の実態と硝酸イオン濃度の調査を行うとともに、肥効調節型肥料を用いた硝酸イオン低減化について検討したので報告する。

連作産地土壌は肥料成分が過剰蓄積

夏期の土壌調査（栽培跡地）の結果、培養窒素（無機態+可給態窒素）は、平均値が146、最大値が486mgkg⁻¹、可給態リン酸は平均値が2200、最大値が5220mgkg⁻¹、交換性加里が平均値が300、最大値が470mgkg⁻¹と施肥や堆肥の連用による集積がみられた（表1）。また、施用有機物の種類によってチンゲンサイの硝酸イオン濃度にも違いがみられ、稲わら、草系の有機物よりも、汚泥系の有機物の施用は硝酸イオン濃度を高める傾向があった（表2）。

チンゲンサイの硝酸イオンは冬低く、夏高い

チンゲンサイの硝酸イオン濃度の年間変動は、冬期に低く、夏期に高い。また、冬期（2月）に105戸、夏期（9月）に75戸を調査したところ、夏

本 号 の 内 容

- § 肥効調節型肥料（エコロング424-40，70タイプ）を用いたチンゲンサイの硝酸イオン低減化技術 …………… 1

静岡県農業試験場 土壤肥料部

研究主幹 松 本 昌 直

- § 稲麦二毛作地帯における水稻育苗箱全量基肥専用肥料「苗箱まかせ」による本田栽培 …………… 6

群馬県藤岡地区農業指導センター

高 橋 行 継

表 1. 調査土壌の成分

		pH (H ₂ O)	E C dsm ⁻¹	可給態リン酸 mgkg ⁻¹	K ₂ O mgkg ⁻¹	C a O mgkg ⁻¹	M g O mgkg ⁻¹
夏期調査	平均値	5.8	0.31	2200	300	4270	590
	最高値	7.1	0.65	5220	470	8000	790
	最小値	5.3	0.11	610	210	230	350
冬期調査	平均値	5.9	0.58	3500	380	3850	860
	最高値	6.8	1.51	7670	840	10670	1470
	最小値	5.2	0.07	500	90	1110	210

		全窒素 %	無機態窒素 mgkg ⁻¹	可給態窒素 mgkg ⁻¹	硝酸イオン ppm	硫酸イオン ppm
夏期調査	平均値	0.30	89	57	683	1027
	最高値	0.67	372	114	2777	9856
	最小値	0.18	1	0	17	55
冬期調査	平均値	0.34	86	126	362	987
	最高値	0.63	371	364	2585	6314
	最小値	0.07	1	29	0	24

表 2. 有機物及び肥料の種類と硝酸塩濃度の関係

有機物種類	硝酸イオン	肥料種類	硝酸イオン
牛糞系	5907	配合肥料	6258
豚糞系	6119	ぼかし肥料	5718
稲わら・草系	5706	有機質肥料	5851
汚泥系	6425	化学肥料	6186
今回無施用	5640	無肥料	5027
年間無施用	5492		

期の平均値は5366ppmFW、冬期は2793ppmFWであったことから、高温期では低減化の目標の3000ppmFWを達成することが難しいと考えられた(表3, 図1)。

図 1. チンゲンサイの硝酸イオン濃度の年間変動(現地)

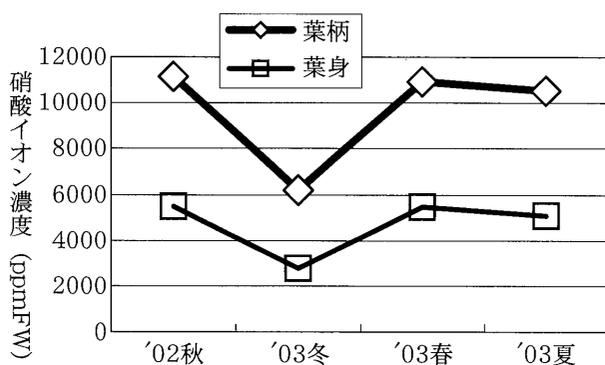


表 3. チンゲンサイの硝酸イオン濃度と栽培日数

	硝酸イオン濃度(ppmFW) 栽培日数(定植後)		
	冬期	夏期	冬期
平均値	5366	2793	30
最高値	8433	8587	42
最小値	2913	242	15

窒素形態の異なる肥効調節型肥料の施用によるチンゲンサイの硝酸イオン低減化について

現地農家は場において、窒素溶出期間が何れも70日タイプで、窒素形態の異なる被覆肥料(被覆硫安, 被覆尿素, 被覆磷硝安加里=エコロング424)を窒素200kg/ha相当量施用し、1回の施肥により2作連続でチンゲンサイを栽培することで硝酸イオンの低減化を検討した。このときの慣行区は有機配合肥料(N-P₂O₅-K₂O=7-2-5)を毎作施用した。試験に供したほ場は、土壌中の無機態窒素量の異なる(低濃度窒素ほ場=約100mgkg⁻¹, 中濃度窒素ほ場=約200mgkg⁻¹, 高濃度窒素ほ場=約300mgkg⁻¹)土壌において試験を実施した。

表4に土壌の無機態窒素が約100mgkg⁻¹のほ場での結果を示した。

慣行区の株重を100とした相対値%は、被覆硫安区が1作目、2作目とも最も大きく、次いで被

覆尿素区、被覆磷硝安加里区の順であった。

また、硝酸イオン濃度は、同様に慣行区を100とした相対値%は1作目では被覆尿素区が最も小さく、次いで、被覆磷硝安加里区＝被覆硫安區であり、2作目では被覆磷硝安加里区、被覆硫安區、被覆尿素区の順に低下した。

表5に土壤の無機態窒素が約200mgkg⁻¹のほ場での結果を示した。

株重の相対値%は1作目、2作目とも被覆磷硝安加里区が最も大きく、硝酸イオン濃度の相対値%も被覆磷硝安加里区が最も低下した。

表6に土壤の無機態窒素が約300mgkg⁻¹のほ場での結果を示した。

表4. 土壤無機態窒素濃度100mgkg⁻¹ほ場の株重と硝酸イオン濃度

試験区	株重 1 作目	株重 2 作目	硝酸イオン 1 作目	硝酸イオン 2 作目
慣行 (配合)	100 (213g)	100 (182g)	100 (5648ppmFW)	100 (4682ppmFW)
被覆硫安	102	102	86	78
被覆尿素	89	88	79	82
被覆磷硝安加里	88	77	86	65

慣行を100としたときの相対値%, () 内は絶対値

表5. 土壤無機態窒素濃度200mgkg⁻¹ほ場の株重と硝酸イオン濃度

試験区	株重 1 作目	株重 2 作目	硝酸イオン 1 作目	硝酸イオン 2 作目
慣行 (配合)	100 (153g)	100 (132g)	100 (6046ppmFW)	100 (6604ppmFW)
被覆硫安	105	86	86	84
被覆尿素	105	87	94	76
被覆磷硝安加里	113	92	71	72

慣行を100としたときの相対値%, () 内は絶対値

表6. 土壤無機態窒素濃度300mgkg⁻¹ほ場の株重と硝酸イオン濃度

試験区	株重 1 作目	株重 2 作目	硝酸イオン 1 作目	硝酸イオン 2 作目
慣行 (配合)	100 (200g)	100 (139g)	100 (6046ppmFW)	100 (5800ppmFW)
被覆硫安	92	111	98	90
被覆尿素	102	124	76	91
被覆磷硝安加里	112	122	92	87

慣行を100としたときの相対値%, () 内は絶対値

株重の相対値%は1作目の被覆硫安區を除き、何れも、高い値を示した。硝酸イオン濃度の相対値%は何れも慣行区より低い値を示したが、低下の程度は土壤中の無機態窒素量が100, 200mgkg⁻¹のほ場よりも少なかった。

苗時全量施肥栽培による硝酸イオン低減化

農試温室内において、細粒黄色土を充填した全

農型隔離ベッド (2.4m×0.9m) に肥効調節型肥料 (エコロング424-40日タイプ) をは種時に市販育苗培土 (N100mgL⁻¹) に窒素20~80kgha⁻¹相当量を混合し、チンゲンサイ”夏あおい”を128穴ペーパーポットで15日間育苗したものを、本圃は無窒素で栽培した。また、慣行区は前述の市販培土のみで育苗し、本圃に窒素100kgha⁻¹相当量の有機配合肥料 (N-P₂O₅-K₂O=7-2-5) を施用した。

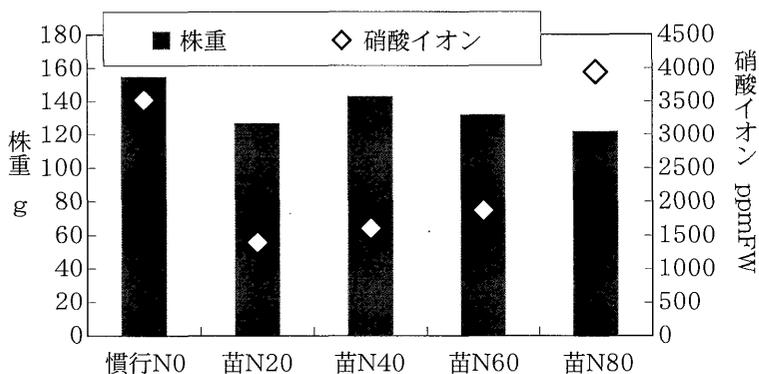
育苗時に施肥した苗の定植時の状態を表7に示した。苗重は育苗培土への施用窒素量が20及び40kgha⁻¹では増加したが、それ以上に窒素量を増やすことにより減少した。定植可能な苗の割合は

肥料の混合量を増加させるに従って低下し、40kgha⁻¹が最高値となり、それ以上に窒素量を増加した場合は減少した。

図2に育苗時に施肥した窒素量と収穫時の硝酸イオン濃度及び株重の関係を示した。

硝酸イオンは育苗時施肥窒素80kgha⁻¹区、慣行区 (育苗期には施肥をしないで、本圃に窒素100

図2. 施肥窒素量と硝酸イオン濃度, 株重



kg ha^{-1} 相当量を施肥), 60kg ha^{-1} , 40kg ha^{-1} , 20kg ha^{-1} の順に高く, 最も低い20kg ha^{-1} 施用区では, 慣行区に比較して60%の低減化がなされた。株重は慣行区が最も大きく, 次いで40kg ha^{-1} , 60kg ha^{-1} , 20kg ha^{-1} , 80kg ha^{-1} 区の順で, 10~20%の減少がみられた。

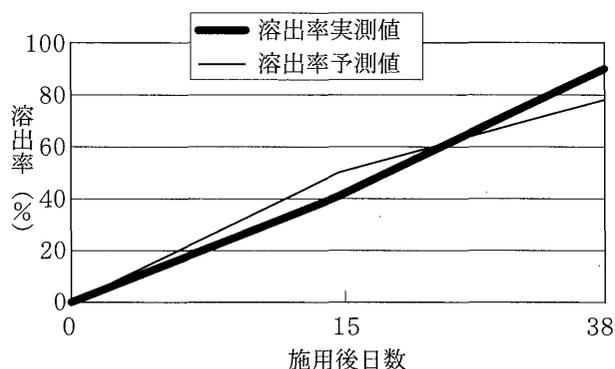
図3に育苗開始から収穫までのエコロン424-40日タイプの窒素の溶出率を示した。予測値とはほぼ同様な溶出を示し, 収穫時には残存窒素は僅かであった。

表7. 定植時の苗の生育

試験区名	苗重 g	可植苗割合%
慣行N0	1.3	94
苗N20	5.7	96
苗N40	6.5	95
苗N60	5.3	85
苗N80	4.8	72

試験区名の数字は窒素量kg ha^{-1} を表す

図3. は種から収穫までの溶出窒素の推移



場内試験の結果を受けて現地農家で試験を行った。土壌は細粒黄色土で土壌中の窒素は開始前の測定で無機態窒素が28mgkg $^{-1}$, 可給態窒素が50mgkg $^{-1}$ であった。育苗ポットの穴数を農家慣行の220穴として7月28日は種, 8月9日定植, 9月1日収穫で栽培した結果, 育苗市販培土 (N150mgL $^{-1}$) にha換算で20kg窒素相当量のロング40日タイプを混合したものが農家の慣行に比較して, 硝酸イオンは3割程度低下した。また, 同時に128穴の育苗ポットについても試験を行った結果, 220穴ポットと同様に硝酸イオンの低減化が可能であった。農試内の試験に比較して硝酸イオンの低減化の割合が少なかったことは, 試験を行った農家が若採り傾向にあるために, 混合した肥料成分が収穫期まで残っていたためと考えられた。**育苗時施肥による硝酸イオンの低減化における苗齢の影響について**

前記の農家試験で気になった若採りの影響について, 同じ農家ほ場で試験を行った。農家慣行を

表8. 育苗時施肥における苗齢の影響

試験区(苗齢・ha $^{-1}$)	硝酸イオン濃度 ppm	同左指数 (慣行区100)	株重 g	同左指数 (慣行区100)	最大葉長 cm	葉色 SPAD値
20日苗・20kg	2473 a*	64	270 a	160	28.5	42.4
20日苗・40kg	2372 a	61	179 c	106	25.9	45.9
17日苗・20kg	2963 b	77	238 a	141	27.8	44.5
17日苗・40kg	2713 b	70	193 b	114	25.3	43.3
14日苗・20kg	3215 c	83	211 b	125	27.0	42.9
14日苗・40kg	3695 d	95	113 d	67	23.2	44.3
農家慣行14日苗0kg	3870 d	100	169 c	100	26.2	40.4

*アルファベットは5%水準で有意差あり (tukeyによる)

14日間の育苗期間(育苗培土にロングの混合なし、本圃に100kg ha^{-1} 窒素施用)とし、これより、プラス3、6日間ずつ苗齢を多くし、混合するエコロング424-40日タイプを窒素量20、40kg ha^{-1} とした。全区とも定植10月20日、収穫11月22日に統一した。この結果、慣行区に比較して苗齢が高い区では株重は大きくなり、硝酸イオン濃度は低下する傾向が見られた(表8)。

過剰な施肥は品質が低下=硝酸値を下げると品質が上昇

施肥量を50%、100% (慣行、窒素10kg10a $^{-1}$)、150%で栽培したチンゲンサイを食味試験したところ、50%では慣行とほぼ同じで、150%では苦みが増して、甘みが減り総合評価が下がる傾向が見られた(図4)。

図4. 施肥量とチンゲンサイの食味の関係

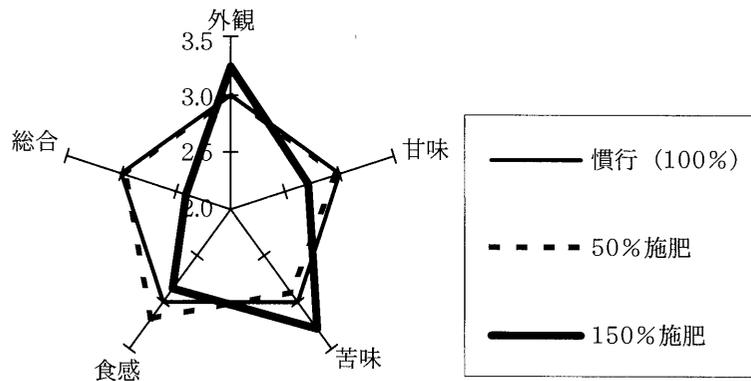
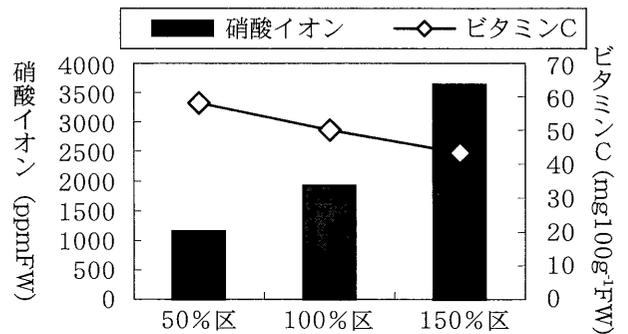


図5は硝酸イオン含量が少ないほど、ビタミンC含量が多いことを示している。つまり、施肥量を抑え、硝酸イオンが少ないチンゲンサイは、ビタミンCなどの栄養価にも富むことを示しており、栄養面からも野菜中の硝酸イオン濃度の低下が望ましいと考えられた。

図5. 施肥量と硝酸イオン、ビタミンC量の関係



まとめ

肥効調節型肥料(エコロング424-40、70日タイプ)を用いてチンゲンサイの硝酸イオンの低減化を検討した。

エコロング424-70日タイプを用いて、2作連続栽培をすることにより、チンゲンサイの硝酸イオンは低下した。しかし、土壤中の無機態窒素の蓄積が多い場合は、低減化割合は小さかった。

育苗培土にエコロング424-40日タイプを混合して、本圃は無窒素で栽培すると、硝酸イオンの大幅な低減化が可能であった。このときも、栽培土壌の窒素含量の多寡によって低減化割合

に差が生じてくる。また、定植時の苗齢も硝酸イオン濃度や株重に影響を及ぼすことが推察された。

硝酸イオンの低減には、肥効調節型肥料による窒素の緩やかな溶出(緩やかな吸収による順調な窒素代謝)と土壌に過剰な蓄積を起こさせない有機物施用などの土づくりの推進が重要と考えられた。