

## 堆きゅう肥施用がチンゲンサイとダイコンの収量 および品質に及ぼす影響

ティパワン シィティランサン\*<sup>1</sup> 土肥 紘\*<sup>2</sup> 植野玲一郎\*<sup>3</sup>  
志賀 義彦\*<sup>3</sup> 中村 隆一\*<sup>3</sup> 堀田 治邦\*<sup>3</sup> 鎌田 賢一\*<sup>4</sup>

堆きゅう肥施用がチンゲンサイとダイコンの収量と品質に及ぼす影響を検討した。試験は窒素地力が比較的高い土壌（可給態窒素4.6mg/100g）を用い、高畦全面マルチ、無化学農薬栽培で行った。チンゲンサイ茎葉重は化学肥料標準区（360.5g/株、100%）>堆肥6t区（95%）>堆肥3t+化学肥料半量区（89%）>堆肥3t区（76%）の順に高かったが、生育は各区とも良好であった。ダイコンの根重は1012~1127g/株の範囲にあり、各区とも化学肥料標準区の90~95%であった。特に堆肥3t区は化学肥料標準区とほぼ同程度であり、減収は少なかった。窒素濃度はチンゲンサイ、ダイコンとも化学肥料標準区が高く、堆肥3t区が最も低かった。チンゲンサイは堆肥3t+化学肥料半量区と堆肥6t区の窒素濃度がほぼ同じであったが、ダイコンは前者のほうが後者よりもやや高かった。窒素供給量の低減により、チンゲンサイとダイコンの根部および茎葉部の硝酸態窒素濃度は低下し、チンゲンサイとダイコン根部の全糖濃度は明らかに高まったが、ビタミンC濃度は窒素供給量の最も少なかった堆肥3t区のみが高かった。このように、収量減を極力抑えた範囲での堆きゅう肥施用や減肥など窒素供給量の低減によって、作物体中の硝酸態窒素を減らし全糖濃度を高めるなど品質改善を図ることができた。

### 緒言

近年、消費者は野菜などの農産物に安全性はもとより美味しさを求める声が強くなっている。野菜はミネラルやビタミン等の補給源として重要であるが、葉菜類では過剰施肥による硝酸の蓄積が問題になっており、その軽減対策が検討されている<sup>21, 6, 20</sup>。野菜に含まれる硝酸が人体に摂取されると、一部は口中や胃腸内で微生物によって容易に亜硝酸に還元され、これと肉類などの消化過程で生じたアミン類が反応し、微量で発ガン性のあるニトロソアミンが生成されると指摘されている<sup>22</sup>。また、欧米では高濃度の硝酸を含む葉菜類の摂取と施設水道水の飲用が原因で生後3カ月未満の乳児にブルーベビー症の発生が報告されている<sup>7</sup>。これは摂取された硝酸塩が体内で亜硝酸に変わり、ヘモグロビンと結合してメタヘモグロビンとなり、酸素を運べなくなるために起こる。乳児は大人より胃酸が

少なく硝酸還元微生物が多いため、硝酸が亜硝酸に変わりやすいのである。このようなことは硝酸塩を高濃度に含む地下水<sup>4</sup>や野菜ジュース<sup>5</sup>においても懸念されている。現在、地下水の環境基準として硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が10mg/l以下と決められている。ほうれんそうのシュウ酸もカルシウムと結合してできる結石の原因として蓄積が問題になっており<sup>9</sup>、その軽減対策が検討されている<sup>6, 10, 20</sup>。このように、野菜の安全性については硝酸やシュウ酸の低減、品質面ではビタミン、糖、機能性成分などの向上が求められている。

一方、生産現場ではさらに環境に負荷を与えない施肥技術や防除技術が求められており、北海道においてもクリーン農業として減化学肥料<sup>2, 3, 12</sup>、減化学農薬や品質向上<sup>8, 14, 15, 17, 18</sup>の栽培技術開発に積極的に取り組んでいる。このような背景のもと、2000年7月には改正JAS法が施行され、認証制度に基づく「有機JASマーク」が流通を始め、有機栽培農産物が認識されてきた。

また、著者の一人が居住するタイ国は全人口の8割が農家人口であるが、工業化が優先されるなかで農村が疲弊している。バブル崩壊後、「ほどほどの自給自足型経済」が強調されており、今後、小規模農家が生きていくためのひとつの選択肢として、化学肥料や化学農薬をほとんど使わない低コストで小規模な自然循

2000年11月24日受理

\*<sup>1</sup> ワットヤナサンワララム農業訓練開発センター（タイ国）

\*<sup>2</sup> 北海道立花・野菜技術センター、073-0026 滝川市（現：酪農学園大学、069-8501 江別市）

\*<sup>3</sup> 同上

\*<sup>4</sup> 同上（現：北海道立中央農業試験場、069-1395 夕張郡長沼町）

E-mail:kkamada@agri.pref.hokkaido.jp

環型農法が評価されつつある。

以上のように、消費者や生産農家の間では化学肥料や化学農薬を用いない、いわゆる有機栽培への関心が高くなっている。しかし、堆きゅう肥など有機質資材の施用が野菜の収量や品質に及ぼす影響については報告事例が少なく<sup>11, 13, 16, 20)</sup>、不明な点が極めて多い。

したがって、葉菜類としてチンゲンサイ、根菜類としてダイコンを供試し、化学肥料と比較して堆きゅう肥のみの施用および化学肥料と堆きゅう肥の併用が収量と品質成分に及ぼす影響について検討した。なお、各plotとも無化学農薬栽培である。

### 試験方法

#### 1. 耕種概要

場所：花・野菜技術センターほ場

土壌：軽石流堆積物客土による表土処理の他、パーク堆肥を施用、混合した造成台地土で、土壌の理化学性はTable 1の通りである。

品種：チンゲンサイ(青帝)、ダイコン(耐病総太り)

処理区：堆肥0+化学肥料1区、堆肥3t/10a+化学肥料0.5区、堆肥3t/10a+化学肥料0区、堆肥

6t/10a+化学肥料0区(以下、順にM0C1plot, M3C0.5 plot, M3C0 plot, M6C0 plotと表記する)。2反復。

施肥量：C1 plotはN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=10.8-14.4-10.8 kg/10aを化成肥料で施用し、C0.5 plotは3要素ともC1 plotの半量とした。

堆きゅう肥：滝川畜産試験場と花・野菜技術センターの合同堆肥場で家禽糞尿および農作物収穫残さを堆積混合して生産したものであり、化学成分はTable 2の通りである。

防除：ニンニクエキスをを用いたが、作り方はTable 3の通りである。チンゲンサイは1回散布で、ダイコンは無散布である。

栽培法：単畦高畦全面マルチ栽培(畦間50cm)で、マルチフィルム(近紫外線反射地温抑制フィルムで害虫忌避と地温抑制効果)を使用した。

チンゲンサイ定植8月31日、収穫9月28日(株間20cm, 1万株/10a)

晩夏まきダイコン播種8月17日、収穫10月21日(株間25cm, 8千株/10a)

Table 1. Characteristics of the soil used for experiments

pH(H <sub>2</sub> O)	EC mS/m	C %	N %	CEC me/100g	Ca saturation percentage	base saturation percentage	truog-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g
6.66	7.1	2.30	0.20	19.6	60	70.4	31

Table 2. Chemical components in farmyard manure(per dry matter)

moisture %	C %	N %	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %
61.6	28.2	1.92	14.7	3.21	2.00	3.31	1.03

Table 3. How to make garlic extract

material	garlic 400g, soap 10g, water 20L
how to make	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. make the juice of garlic except rind with mixer</li> <li>2. dissolve soap with a few hot water(about 0.1L)</li> <li>3. mix the garlic juice and the soap water</li> <li>4. mix it with water 20L</li> </ol>

2. 作物体の調製と分析

採取した作物体の汚れを拭き取り、直ちに部位別に細断し分析用試料とした。無機成分は乾燥粉碎後、硫酸-過酸化水素で分解し、窒素は水蒸気蒸留滴定法で、リン酸はアスコルビン酸還元法で、他は原子吸光法で分析した。糖などの内部品質評価項目は、細断後直ちに、また直ちに分析できない場合はビニール袋に密封し冷凍保存したものを分析に供した。全糖はエタノール中で磨砕抽出後、高速液体クロマトグラフィーでグルコース、フラクトースとシュクロース濃度を求め、これの合計値で表示した。硝酸態窒素は汁液を用い、サリチル硫酸法で、Brix は汁液を屈折糖度計でそれぞれ測定した。ビタミンCはメタリン酸で抽出後、ヒドラジン比色法で測定した。

3. 土壌の調製と分析

施肥前の作土層から土壌を採取し、風乾後、2mmの篩を通し分析試料とした。土壌の一般理化学性は常法によって分析した。可給態窒素は土壌を100ml容のプラスチック容器に40g採取し、土壌のみと土壌に風乾荒粉碎した堆肥0.5gを混合した試料を作成した。これら試料の水分を最大容水量の60%に調節して容器の口を通気性のあるポリエチレンフィルムで被覆した。20日間、30℃の恒温室で培養した後、10%塩化カリウム溶液で抽出した。この濾液についてフローインジェクション法で窒素を測定した。

4. 土壌微生物調査

チンゲンサイ試験 plot の収穫時に根圏の微生物相

を調査した。各 plot から採取した根部を軽く洗浄、切断後、根重を測定した。その後、根部を200mlの滅菌水が入った300mlのフラスコ内で15分間振とうし、根圏土壌懸濁液とした。その後、希釈平板法で段階希釈した溶液を滅菌シャーレに入れ、検出培地（糸状菌数はマーチン寒天培地、細菌数はアルブミン培地）を流し込み、25℃下で培養した。7日後に出現したコロニーを計測し、根1g当たりの糸状菌数および細菌数を算出した。本調査は3反復で行った。

試験結果

1. チンゲンサイ

(1) チンゲンサイの生育量と吸収窒素量の関係

チンゲンサイの生育量、窒素濃度と窒素乾物生産効率を Table 4 に示した。

生育量はM0C1 plot (100) > M6C0 plot (95) > M3C0.5 plot (89) > M3C0 plot (76) の順に大きかったが、窒素濃度も生育量と同様な傾向を示した。すなわち、茎葉の窒素濃度が高いほど生育量も大きかった。

乾物率はM0C1 plot が3.6%と最も低く、M3C0 plot は5.2%と最も高かった。

吸収された窒素の乾物生産効率はM0C1 plot 24.2 g/Ngに対して他の plot が高くなっているが、特にM3C0 plot は34.8 g/Ng でありM0C1 plot の1.4倍であった。

Table 4. Yield and N concentration of Pak-choi

plot*	leaf weight g/plant	ratio %	dry weight rate %	N %	ratio %	dry matter g/Ng
M0C1	360.5	100	3.6	4.14	100	24.2
M3C0.5	320.1	89	4.4	3.44	83	29.1
M3C0	274.5	76	5.2	2.87	69	34.8
M6C0	342.0	95	3.9	3.49	84	28.7

\* M0C1(farmyard manure 0t/10a, chemical fertilizer 1)  
 M3C0.5(farmyard manure 3t/10a, chemical fertilizer 0.5)  
 M3C0(farmyard manure 3t/10a, chemical fertilizer 0)  
 M6C0(farmyard manure 6t/10a, chemical fertilizer 0)  
 C1 : applied N(10.8kg/10a), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(14.4kg/10a), K<sub>2</sub>O(10.8kg/10a)with compound fertilizer  
 C0.5 : applied N(5.4kg/10a), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(7.2kg/10a), K<sub>2</sub>O(5.4kg/10a)with compound fertilizer

(2) チンゲンサイの内部品質

チンゲンサイの硝酸態窒素濃度, ビタミンC濃度, Brixおよび全糖濃度を Fig. 1 に示した。

硝酸態窒素濃度についてみると, M0C1 plot の硝酸態窒素0.38%に対して各 plot とも低く推移していた。特にM3C0 plot は著しく低く, M6C0 plot との濃度差も大きかった。これら各 plot の硝酸態窒素濃度は窒素濃度と同じ傾向を示した。

ビタミンC濃度はM0C1 plot 31mg/100gF.W であったのに対してM3C0 plot が43mg/100gF.W と高く, その他の plot は大差なかった。Brix と全糖濃度はほぼ同じ傾向を示し, M0C1 plot に対して特にM3C0 plot が高く, ついでM3C0.5 plot であり, M6C0 plot はほぼ同じかやや高い傾向であった。

(3) チンゲンサイ栽培ほ場の根圏微生物相と病虫害調査

チンゲンサイ収穫時の根圏微生物相を Fig. 2 に, 病虫害調査結果を Table 5 に示した。

糸状菌数は各 plot とも大差なかったが, 細菌数はM6C0 plot のみが多い傾向にあった。また, 収穫時の病虫害調査ではM6C0 plot, M0C1 plot の虫害が少であったが, 病害では各処理 plot とも無~少であり, 病害, 虫害とも発生率は低かった。

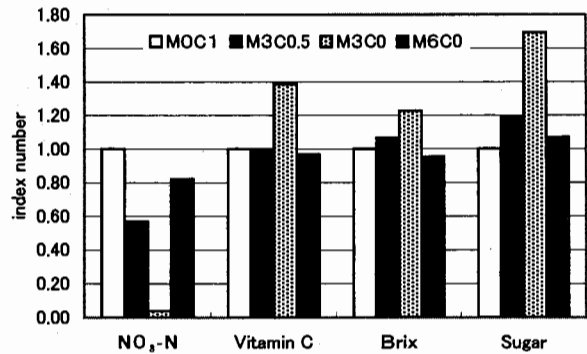


Fig. 1. NO<sub>3</sub>-N, Vitamin C, Brix and Sugar content in Pak-choi(Index number 1.00: NO<sub>3</sub>-N 0.38%, Vitamin C 31mg/100gF.W, Brix 3.1%, Sugar content 0.88g/100gF.W of M0C1 plot)

2. ダイコン

(1) ダイコンの生育量と窒素乾物生産効率

ダイコンの生育量を Table 6 に示した。

M0C1 plot の根重は1127 g/plantであったが, それに対する各 plot の割合は90~95%であり, その差は比較的小さかった。茎葉重も根重と同様な傾向にあったが, M3C0 plot だけは66%と著しく低かった。これらを反映してダイコンの茎葉重/根重比はM3C0 plot が0.28と低く, その他の plot はM0C1 plot と同じ0.40程度であった。

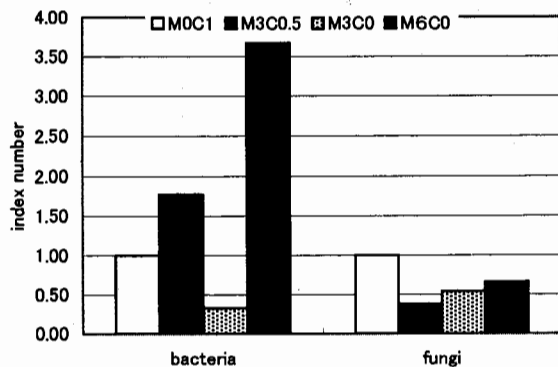


Fig. 2. Microflora in the rhizosphere soil of Pak-choi cultivation(Index number 1.00: fungi 8.7 × 10<sup>2</sup>cfu, bacteria 3.0 × 10<sup>5</sup>cfu of M0C1 plot)

Table 5. Disease and insect damage on Pak-choi

plot	disease*	insect*
M0C1	0.7	1.0
M3C0.5	0.3	0.5
M3C0	0.2	0.2
M6C0	0.1	1.2

\*0:zero 1:little 2:middle 3:much 4:remarkable

Table 6. Yield of japanese radish

plot	root weight g/plant	ratio %	dry weight rate %	leaf weight g/plant	ratio %	dry weight rate %	leaf weight/ root weight
M0C1	1127	100	4.8	450	100	6.4	0.40
M3C0.5	1012	90	5.3	391	87	7.0	0.39
M3C0	1076	95	5.2	296	66	7.9	0.28
M6C0	1044	93	5.2	413	92	6.6	0.40

Table 7. N concentration and N distribution of japanese radish

plot	root		leaf		root Ng/total Ng	
	N %	ratio %	N %	ratio %	total Ng	ratio %
M0C1	1.47	100	3.21	100	46	100
M3C0.5	1.31	89	3.03	94	46	100
M3C0	1.06	72	2.36	74	51	111
M6C0	1.25	85	2.58	80	49	106

乾物率は根部、茎葉部ともほぼ同じ傾向を示し、M0C1 plot が他の plot よりも低かった。

ダイコンの根、茎葉の窒素濃度とダイコン根部への窒素配分割合を Table 7 に、窒素の乾物生産効率を Fig. 3 に示した。

ダイコンの窒素濃度は根部、茎葉部とも M0C1 plot > M3C0.5 plot > M6C0 plot > M3C0 plot の順に高かった。ダイコン根部への窒素配分割合は M0C1 plot よりも堆肥施用 plot である M3C0 plot と M6C0 plot がやや高かった。

吸収された窒素の根乾物に対する生産効率は M3C0 plot > M6C0 plot, M3C0.5 plot > M0C1 plot の順に高かった。この傾向は茎葉乾物生産効率についても同様であった。

(2) ダイコンの外部品質、内部障害と病虫害調査  
ダイコンの外部品質と内部障害調査結果を Table 8 に示した。

各 plot とも外部品質は良好で、内部障害の発生は

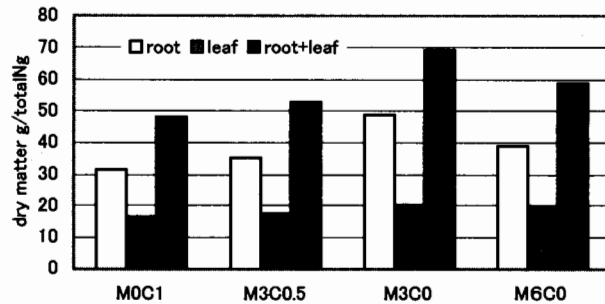


Fig. 3. Efficiency of dry matter production of N on japanese radish

極めて低かった。また、各 plot とも食味は良く、障害根の発生もなかった。

病虫害は生育初期にわずかに発生したが、収穫時にはほとんど発生がみられなかった。

Table 8. External and interior properties of japanese radish

plot	external properties		degree of interior damage***			
	skin*	lateral root**	stripe	cave	red heart	mesh
M0C1	4.0	1.0	0.0	0.5	0.4	0.0
M3C0.5	4.0	2.0	0.2	0.2	1.3	0.0
M3C0	4.0	2.0	0.0	0.6	0.4	0.9
M6C0	4.0	1.0	0.1	0.0	0.3	0.0

\*5 good~1 bad \*\*5 much~1 little \*\*\*4 remarkable~0 zero

(3) ダイコンの内部品質

ダイコン根部の内部品質を Fig. 4 に、茎葉部の内部品質を Fig. 5 に示した。

根部の各品質について、M0C1 plot を対照として他の plot と対比すると、硝酸態窒素濃度は M3C0

plot と M3C0.5 plot が低く、特に M3C0 plot は検出されなかった。ビタミンC濃度は各 plot とも大差なかった。Brix は各 plot とも大差なかったが、全糖濃度はいずれの plot も高く、特に M3C0 plot はかなり高かった。

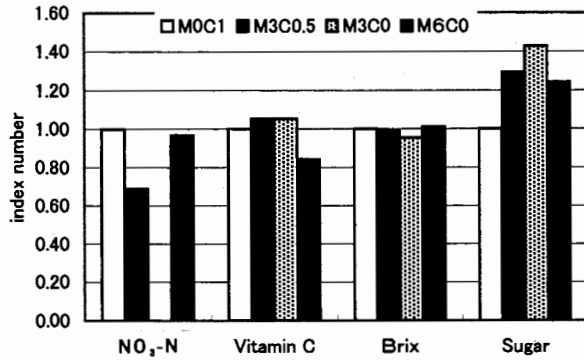


Fig. 4. NO<sub>3</sub>-N, Vitamin C, Brix, Sugar content in root of Japanese radish (Index number 1.00: NO<sub>3</sub>-N 147ppm, Vitamin C 10mg/100gFW, Brix 4.3%, Sugar content 1.57g/100gFW of M0C1 plot)

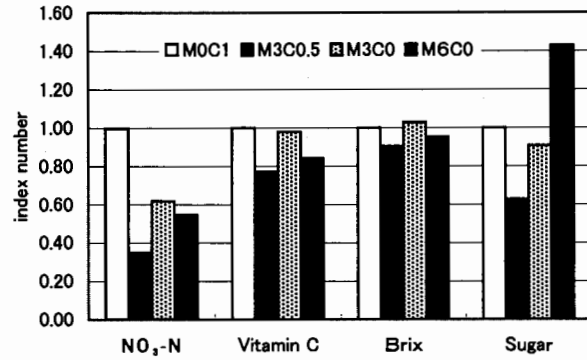


Fig. 5. NO<sub>3</sub>-N, Vitamin C, Brix and Sugar content in leaf of Japanese radish (Index number 1.00: NO<sub>3</sub>-N 65ppm, Vitamin C 73mg/100gFW, Brix 5.2%, Sugar content 1.07g/100gFW of M0C1 plot)

同様に茎葉部についても、硝酸態窒素濃度は各plotとも低かった。ビタミンC濃度は各plotとも同程度か、やや低かった。Brixは各plotとも大差なかった。全糖濃度は特にM6C0plotが高く、M3C0plotはやや低い程度であったが、M3C0.5plotはかなり低かった。

### 3. 供試土壌の地力窒素、堆肥からの窒素供給量と野菜の窒素吸収量

供試した土壌と堆肥の可給態窒素量は Table 9 に、

推定される窒素の供給量と野菜の窒素吸収量は Table 10に示した。

栽培したほ場の可給態窒素量は4.6mg/100gであり、作土15cm、仮比重1.0とすると10a当たりの窒素供給量は6.9kgとなり、地力窒素の比較的高い土壌であった。

堆肥の窒素無機化率は11.4%であったが、その85%は当初から無機態窒素として存在していた。堆肥6t/10a施用では全窒素量として44kg/10aとなり、無機化した窒素が全て利用されると仮定すると、作物が利

Table 9. Available N in soil and farmyard manure (cultivated at 30°C)

item	available N (mg/100 g)	
	0 day	20 day
man-made soil	1.77	4.61
M*0.5 g (Total N 9.6mg)	0.93	1.10
N mineralization ratio of M*(%)	9.7	11.4

\* M: farmyard manure

Table 10. Available N and N absorption in the vegetables

\* Depth of topsoil: 15cm

plot	available N (kg/10a)				N absorption kg/10a			
	available*	fertilizer application	farmyard manure	sum	pak-choi	root of radish	leaf of radish	sum of radish
M0C1	6.9	10.8	—	17.7	5.4	6.4	7.5	13.9
M3C0.5	6.9	5.4	2.5	14.8	4.8	5.7	6.6	12.2
M3C0	6.9	—	2.5	9.4	4.1	4.7	4.4	9.1
M6C0	6.9	—	5.0	11.9	4.7	5.4	5.7	11.1

用できる窒素は5.0kg/10aであった。したがって、対照であるM0C1 plotの10a当たり窒素供給量は可給態窒素6.9kgと施肥窒素10.8kgを合計した17.7kgであったのに対し、堆肥6tを施用したM6C0 plotの窒素供給量は可給態窒素6.9kgと堆肥からの窒素5.0kgを合計した11.9kgであった。

一方、野菜の窒素吸収量をみると、チンゲンサイの窒素吸収量はM0C1 plotが10a当たり5.3kg、M6C0 plotが4.7kgであったのに対し、ダイコンの窒素吸収量は10a当たりM0C1 plotが13.9kg、M6C0 plotが11.1kgであり、2倍以上の吸収量の差があった。

## 考 察

本ほ場は窒素地力が比較的高い土壌で、かつ栽培は高畦全面マルチ下で行われたものであり、養分の溶脱が少ない条件での試験である。

窒素の供給量はM0C1 plot > M3C0.5 plot > M6C0 plot > M3C0 plotの順に多かった。

窒素の供給量と野菜の吸収量から窒素の収支をみると、チンゲンサイは窒素供給量よりも吸収量が少なく、また、ほ場での栽培期間が30日弱と短い条件であった。ダイコンは窒素供給量よりも吸収量が多く、また、ほ場での栽培期間がチンゲンサイより長い61日であったが、深根性であり根域も広いから、より広汎な範囲から窒素を吸収したと推定される。窒素の供給量と野菜の吸収量からみると、チンゲンサイは供給量にかなり余裕がある栽培条件であったが、ダイコンはM0C1 plot以外の各plotの供給量が厳しい栽培条件であったと推定された。

このような土壌で栽培したチンゲンサイの茎葉重はM0C1 plot (100%) が最も多く、ついで堆肥6t plot (95%) と堆肥3t + 化学肥料0.5plot (89%) がやや少なく、堆肥3t plot (76%) が最も少なかった。一方、ダイコンの茎葉重はチンゲンサイと同じ傾向であったが、根重は各plotともM0C1 plotの90~95%であり、特にM3C0 plotはM0C1 plotとほぼ同じであった。

愛知県におけるチンゲンサイの目標収量は3000kg/10aとなっている<sup>1)</sup>。本試験における収量は最も低い堆肥3t plotでも2745kg/10aであるから、これと比べて遜色のない収量であったといえる。また、北海道におけるダイコンの目標とする1本重は1000~1200gである<sup>19)</sup>が、本試験の各plotの根重は1127~1012g/本であり、適正な範囲内であった。

各plotの窒素濃度はチンゲンサイ、ダイコンともM0C1 plotが高くM3C0 plotが最も低かった。また、チンゲンサイはM3C0.5 plotとM6C0 plotは

ほぼ同じ窒素濃度であったが、ダイコンは前者のほうが後者よりも高かった。この原因の一要因として、チンゲンサイは生育期間が短く窒素吸収量も少なかったため、両plotの間に窒素濃度や窒素の乾物生産効率の差がみられなかったと推定される。一方、ダイコンは茎葉部と根部に同程度の窒素が吸収されその吸収量も多い。また10月以降の生育後半は気温・地温も低下してくるため、窒素供給量や速効性窒素の多いM3C0.5 plotはそれらの少ないM6C0 plotのよりも窒素濃度は高くなったが窒素の乾物生産効率は逆にやや低下したと思われる。

本試験で供試した堆きゅう肥は無機態窒素が多く培養窒素が少ない特徴があり、これは化学肥料に近いものである。野菜の場合、生育初期における窒素の影響が大きいため、この堆きゅう肥は生育に対して効果の出やすい資材であったことが推定された。

品質についてみると、チンゲンサイ、ダイコンとも窒素供給量を低減することによって、葉菜類でしばしば問題となる硝酸態窒素濃度を、一定以上の収量に保ちながら低下できることが示された。一方、チンゲンサイおよび収穫部位であるダイコン根部のビタミンC濃度は窒素供給量の最も少なかったM3C0 plotのみが高かったが、全糖濃度は各処理plotとも高まった。チンゲンサイ、ダイコンともM0C1 plotよりも他のplotの乾物率が高く、このことが全糖濃度を高めた要因の1つと推定された。また、ダイコンの茎葉部と根部の全糖濃度を比較すると、M0C1 plotに対してM3C0 plot、M3C0.5 plotでは茎葉部は低いが根部は高くなっている。M3C0 plot、M3C0.5 plotのダイコンでは、窒素供給量を低減することによって生育ステージが早まり、根へ転流する糖の割合が高まっていると推測された。ただし、M6C0 plotでは茎葉部が著しく高くなったが、この原因については不明である。

このように、減肥、化学肥料と堆きゅう肥の併用および堆きゅう肥のみの施用など収量減を極力抑えた範囲での窒素供給量の低減によって、硝酸態窒素を減らし全糖濃度など品質改善が図られることが認められた。

建部ら<sup>6)</sup>はホウレンソウとコマツナを用いた試験で、窒素施用量がN0からN30g/m<sup>2</sup>まで増加するにつれて総アスコルビン酸濃度は低下すると報告している。本試験では最も窒素供給量の少ないM3C0 plotにおいてチンゲンサイのビタミンCが高くなっており、同様の結果が得られた。松本ら<sup>20)</sup>は窒素減肥や大豆油かすやなたね油かす等、有機質肥料の施用によってホウレンソウの硝酸濃度は低下したが、アスコルビン酸濃度は処理間で差がみられなかったと報告している。松本らが栽培したほ場は灰色低地土・灰色系で、施肥

窒素量が14kg/10a, 施肥後の播種時における慣行区の可給態窒素(30日間, 20℃培養)が18.3mg/100gとなっているが, どの程度の地力窒素を持つ土壌での試験なのか不明である。例えば耕起深が15cm, 容積重が1.0, 施肥窒素がすべて溶出してくと仮定すると, この土壌自体の可給態窒素は18.3-9.3(施肥窒素の溶出した量)=9.0mg/100gとなり, 極めて地力窒素の高い土壌での試験ということが推定される。そのため, 松本らの試験ではアスコルビン酸濃度に処理間差が見られなかったのであろう。小野寺ら<sup>2)</sup>は各種有機物の種類と施用年数, 前作残さなどを考慮し, 可給態窒素を指標として土壌診断を行い, それに基づく露地野菜畑の窒素施肥管理法を報告している。このように事前の窒素診断によって地力窒素を把握し, それに基づく有機物等の施用量を推定して設計を組まなければ品質等の有益なデータは出にくいであろう。

病虫害に関しては, 本栽培法が高畦全面マルチ栽培であること, 晩夏まきで病害虫が発生しにくい作型であったこと, などから両野菜ともほとんど被害はみられなかった。

以上のように, 堆きゅう肥など有機物の施用による野菜の栽培と品質改善は可能であったが, その場合, 土壌や有機物の種類, 作型の違いを含めた地力窒素の把握が重要であり, それを前提にした施肥法の改善, 施用量の設定が必要である。

謝辞: 本試験を開始するに当たり, 種々のご便宜を図っていただいた前北海道立花・野菜技術センター研究部長宮浦邦晃博士(現北海道立北見農業試験場場長)に心から謝意を申し上げます。また, ご校閲を賜った北海道立中央農業試験場農業環境部能代昌雄部長, 同農産工学部谷口健雄副部长, さらに本稿の作成に当たり, 有益なご助言をいただいた北海道立中央農業試験場農産工学部農産品質科長加藤 淳博士, 同農業環境部環境保全科長日笠裕治博士, 北海道立原子力環境センター農業科小野寺政行研究職員, 以上の各位に心から感謝申し上げます。

### 引用文献

- 1) 愛知県農業水産部. “農作物の施肥基準”. 120 (1991)
- 2) 小野寺政行, 美濃健一, 三木直倫. “施用有機物および土壌窒素放出量予測に基づく露地野菜畑の窒素施肥管理”. 土肥誌. 69, 79-84(1998)
- 3) 小野寺政行, 三木直倫, 赤司和隆. “キャベツの作条施肥による窒素3割減肥技術”. 土肥誌. 71, 714-717(2000)
- 4) 熊沢喜久雄. “地下水の硝酸態窒素汚染の現況”. 土肥誌. 70, 207-213(1999)
- 5) 関本 均, 児玉いち子, 小松孝行. “野菜汁飲料中の硝酸濃度の調査とその摂取量に関する一考察”. 土肥誌. 71, 700-702(2000)
- 6) 建部雅子, 石原俊幸, 松野宏治, 藤本順子, 米山忠克. “窒素施用がハウレンソウとコマツナの生育と糖, アスコルビン酸, シュウ酸濃度に与える影響”. 土肥誌. 66, 238-246(1995)
- 7) Deeb, B.S; Sloan, K.W. “Nitrates, nitrites and health”. Illinois Agric. Exp. Stn. Bull., No. 750, 1-25(1975)
- 8) Hikasa, Y. “Diagnostic technique for nitrogen nutrition of cabbage to increase sugar concentration, Plant nutrition-for sustainable food production and environment”. ed. T. Ando et al., Kluwer Academic Publishers, Japan, 369-370(1997)
- 9) Hodgkinson, A. “Evidence of increased Oxalate absorption in patients with calcium-containing renal stones”. Clin. Sci. Mol. Med., 54, 291-294(1978)
- 10) 北海道立上川農業試験場. “ほうれんそうのシュウ酸濃度低減化技術”. 平成9年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1997. p. 52-54.
- 11) 北海道立原子力環境センター. “すいかの窒素吸収特性に基づく有機肥料の肥効評価”. 平成8年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1996. p. 324-327.
- 12) 北海道立中央農業試験場. “道央タマネギ栽培における減化学肥料の実証”. 平成8年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1996. p. 315-317.
- 13) 北海道立中央農業試験場. “有機質肥料(魚・大豆・なたね粕, 米ぬか)の窒素無機化特性と水稻に対する化学肥料代替性”. 平成8年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1996. p. 332-334.
- 14) 北海道立中央農業試験場. “夏どりキャベツの内部成分の変動要因と指標値の策定”. 平成11年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1999. p. 237-239.
- 15) 北海道立道南農業試験場. “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年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1994. p. 348-351.
- 16) 北海道立道南農業試験場. “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年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1996. p.



327-329.

- 17) 北海道立道南農業試験場. “販売戦略強化に向けた道産野菜の機能性成分の評価—キャベツ等抗酸化力の測定と栽培条件による変動”. 平成10年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1998. p. 159-161.
- 18) 北海道立道南農業試験場. “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年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1999. p. 159-161.
- 19) 北海道農政部監修. “北海道野菜地図, その23”. 135(2000)
- 20) 松本真悟, 阿江教治, 山縣真人. “有機質肥料の施用がホウレンソウの生育および硝酸, シュウ酸, アスコルビン酸濃度に及ぼす影響”. 土肥誌. 70, 31-38(1999)
- 21) 目黒孝司, 吉田企世子, 山田次良, 下野勝昭. “夏どりホウレンソウの内部品質指標”. 土肥誌. 62, 435-438(1991)
- 22) 米山忠克. “空気, 水, 植物における硝酸, 亜硝酸, N-ニトロソ化合物”. 保健の化学. 24, 725-729(1982)

## Influence of Farmyard Manure on the Yield and Quality in Pac-choi and Japanese Radish

Tippawan SITTIRUNGSUM\*<sup>1</sup>, Hiroshi DOHI\*<sup>2</sup>, Reiichiro UENO\*<sup>3</sup>,  
Yoshihiko SHIGA\*<sup>3</sup>, Ryuichi NAKAMURA\*<sup>3</sup>, Harukuni HORITA\*<sup>3</sup>  
and Kenichi KAMADA\*<sup>4</sup>

### Summary

The influence of farmyard manure on the yield and quality in Pac-choi and Japanese radish was investigated on the field of Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center, in 1998. Available N concentration of soil in the experiment plots was 4.6mg/100g air-dried soil and it was comparatively high. Pak-choi and Japanese radish were cultivated with the conditions of high ridge and whole surface mulching and without chemical synthetic pesticide. The yields of Pak-choi were higher in order of the plots cultivated with chemical fertilizer standard (360.5g/plant)>farmyard manure 6t(342.0g/plant)>farmyard manure 3t+chemical fertilizer 1/2 of standard(320.1g/plant)>farmyard manure 3t(274.5g/plant)and the growth of each plot was favorable. The yields of Japanese radish at each treatment plot were 1012~1127g/plant and they were 90~95% in comparison with the chemical fertilizer standard plot. The farmyard manure 3t plot was almost equal to the chemical fertilizer standard plot. N concentration of Pak-choi was the highest at the chemical fertilizer standard plot, and was lowest at the farmyard manure 3t plot. N concentration of Japanese radish was also similar to the results of Pak-choi. Though N concentration of Pak-choi at the farmyard manure 3t+chemical fertilizer 1/2 of standard plot was almost similar to the farmyard manure 6t plot. N concentration of Japanese radish was slightly higher at the farmyard manure 3t+chemical fertilizer 1/2 of standard plot than the farmyard manure 6t plot. NO<sub>3</sub>-N concentration of these vegetables decreased by diminution of N supply to the soil. Though total sugar contents of these vegetables obviously increased by diminution of N supply to the soil and vitamin C contents increased at the farmyard manure 3t plot.

Thus, the NO<sub>3</sub>-N concentration of these vegetables was decreased and total sugar contents and vitamin C contents of them were increased by diminution of N supply to the soil without excessive decrease of yields. The diminution of N supply(proper application of farmyard manure and decrease of fertilizer etc.)should be accomplished by soil diagnosis.

\*<sup>1</sup> Wat Yanasungvararm Agricultural Training and Development Centre, Huaiyai Subdistrict, Banglamung District, Chonburi Province, 20260 Thailand

\*<sup>2</sup> Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center, Takikawa, Hokkaido, 073-0026 Japan (Present; Rakuno Gakuen University, Ebetu, Hokkaido, 069-8501 Japan)

\*<sup>3</sup> ibid.

\*<sup>4</sup> ibid.(Present; Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan)

E-mail:kkamada@agri.pref.hokkaido.jp