

[成果情報名] 砂地露地畑におけるニンジン、カボチャの灌水同時施肥栽培による窒素溶脱量の大幅な削減

[要 約] 砂地露地畑におけるニンジン、カボチャの灌水同時施肥栽培において、窒素吸収量に基づいた施肥をすることにより施肥効率が高まり、窒素溶脱量を慣行栽培より削減することができる。

[キーワード] 砂地、露地野菜、ニンジン、カボチャ、灌水同時施肥、窒素溶脱

[担 当] 静岡農林技研・生産環境部（旧農試・海岸砂地分場）

[連絡先] 電話 0537-86-2218、電子メール agrisand@pref.shizuoka.lg.jp

[区 分] 生産環境（土壌肥料）

[分 類] 技術・参考

---

#### [背景・ねらい]

砂地露地畑は、透水性が良好なため降雨や灌水に伴い施肥した窒素が地下水中に溶脱しやすく、環境に大きな負荷を与えることが想定されることから、その低減が求められている。一方、野菜や花きの施設園芸で普及している灌水同時施肥は、少量多頻度で施肥を行い、施肥量の削減も可能な栽培方法であるので、砂地露地畑における環境負荷軽減にも有効であると考えられる。そこで、灌水同時施肥栽培により露地野菜を栽培し、窒素溶脱量及び窒素溶脱パターンを解明し、溶脱量の削減効果を明らかにした。

#### [成果の内容・特徴]

1. ニンジン、カボチャの灌水同時施肥栽培では、窒素吸収量に基づいて施肥する。また生育時期に応じて液肥の窒素濃度、施用間隔を変更する。液肥の窒素濃度は、窒素吸収の少ない生育初期には低くし、窒素吸収の多くなる生育中期～後期には高くする（表1、2）。
2. 灌水同時施肥区の窒素吸収量は、慣行を上回る。また窒素溶脱量は慣行に対し大幅に削減され、窒素施肥量に対する溶脱率は慣行区の63～74%に対し19～21%となる（表3）。
3. 灌水同時施肥区と慣行区の窒素溶脱量の差は、生育初期では比較的小さいが、生育中期以降大きくなる（図1）。
4. 窒素吸収量に基づいた灌水同時施肥により、慣行栽培と同等以上の収量を得ることができる（表3）。

#### [成果の活用面・留意点]

1. 本試験は、分場内の砂丘未熟土露地圃場で実施しており、堆肥は施用していない。
2. ニンジンの灌水同時施肥区は、トンネル内に散水チューブを2本設置し、発芽が揃うまでは1日1回水のみ灌水している。液肥施用を開始するのは発芽が揃った後で、市販の灌水同時施肥栽培用肥料（15-20-15）を水圧駆動式液肥混入機で施用している。慣行区は、基肥に有機化成（8-10-8）を全面施用し、追肥①は苦土有機入化成（8-8-8）、追肥②は高度化成A（16-4-16）を各々条施肥している。
3. カボチャの灌水同時施肥区は、ドリッパー間隔が20cmの点滴チューブを株元に1本設置し、市販の灌水同時施肥栽培用肥料（15-15-15）を水圧駆動式液肥混入機で施用している。慣行区は、基肥に緩効性化成肥料（10-10-10）を全面施用し、追肥に高度化成B（16-10-14）と高度化成C（16-16-16）を同量ずつ条施肥している。

[具体的データ]

表1 ニンジンの時期別窒素施肥量、液肥窒素濃度及び液肥施用間隔

区	施肥時期	窒素施肥量 (kg/10a)	液肥窒素濃度 (mg/L)	液肥施用間隔
灌水同時施肥	12/1～ 1/6	1.5	40～70	週に1～2回
	1/7～ 3/17	5.3	120	週に2回
	3/18～ 4/14	2.8	120	週に1回
慣行	11/4 (基肥)	9.0	—	—
	1/7 (追肥①)	4.7	—	—
	3/25 (追肥②)	1.5	—	—

1)1区 63 m<sup>2</sup> トンネル 1.5m (6条) 条間 20 cm 株間 6.1cm 栽植株数 65600 株/10a

2)品種：ペーターリッチ 播種：2004/11/16 トンネル：2004/11/17～2005/3/18 収穫：2005/4/14

表2 カボチャの時期別窒素施肥量、液肥窒素濃度及び液肥施用間隔

区	施肥時期	窒素施肥量 (kg/10a)	液肥窒素濃度 (mg/L)	液肥施用間隔
灌水同時施肥	4/28～ 5/13	1.3	60	毎日1回
	5/14～ 6/6	3.0	120	毎日1回
	6/7～ 7/18	8.3	120	毎日2回
慣行	4/27 (基肥)	11.4	—	—
	6/13 (追肥)	3.8	—	—

1)1区 115.5 m<sup>2</sup> 条間 250 cm 株間 80cm 栽植株数 500 株/10a

2)品種：メルヘン 播種：2005/4/12 定植：4/28 収穫：7/19

表3 灌水同時施肥と慣行栽培の収量、窒素吸収量、窒素溶脱量及び窒素溶脱率

作物名	区	収量 (kg/m <sup>2</sup> )	窒素施肥量 (gN/m <sup>2</sup> )	窒素吸収量 (gN/m <sup>2</sup> )	窒素溶脱量 (gN/m <sup>2</sup> )	窒素溶脱率 (%)
ニンジン	灌水同時施肥	6.3(105)	9.6	7.1	2.0	21
	慣行	6.0(100)	15.2	6.3	11.2	74
カボチャ	灌水同時施肥	2.0(111)	12.6	10.1	2.4	19
	慣行	1.8(100)	15.2	8.1	9.5	63

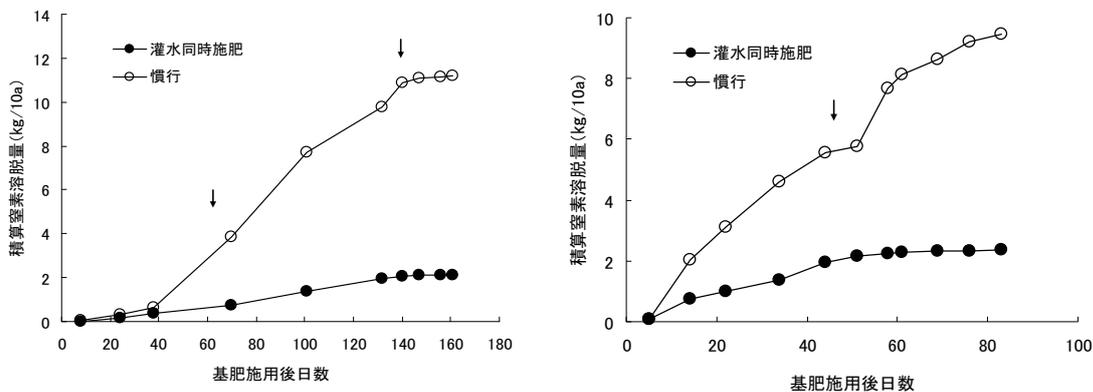


図1 積算窒素溶脱量の推移 (左:ニンジン、右:カボチャ)

図中の↓は慣行区の追肥。窒素溶脱量は、埋設型ライシメーター(地表から採水面までの深さ 90 cm)により測定した。

[その他]

研究課題名：砂地における面源負荷の実態把握と効率的施肥技術の確立

予算区分：国補(指定試験)

研究期間：2004～2005年度

研究担当者：杉浦秀治、新良力也、高橋智紀、福島 務

[成果情報名] 肥効調節型肥料のトマト鉢内層状施肥による施肥量削減と省力化

[要 約] トマト抑制栽培において、被覆燐硝安加里を鉢上げ時に育苗鉢内に層状施肥または混合施肥することにより、慣行と同等の収量が得られ、30～40%の減肥となり、本ぼでの施肥作業が不要となる。

[キーワード] トマト、肥効調節型肥料、層状施肥、鉢内施肥、肥料削減、省力化

[担 当] 静岡農林技研・生産環境部(旧農試・土壌肥料部)

[連絡先] 電話0538-35-7211、電子メールagridojouhiryo@pref.shizuoka.lg.jp

[区 分] 生産環境(土壌肥料)

[分 類] 技術・参考

---

#### [背景・ねらい]

トマト栽培は、育苗を含めた栽培期間が長く、追肥作業も煩雑である。静岡農試では平成15年度に鉢内全量施肥によるトマト栽培において、2割の施肥削減を実現したが、層状施肥、及び鉢内全量施肥のさらなる施肥削減について検討する。

#### [成果の内容・特徴]

1. 肥料は肥効調節型肥料(被覆燐硝安加里 N-P-K=14-12-14、140日初期溶出抑制タイプ)を用いた。施肥法は、鉢の下方に層状に施用した「鉢内層状施肥(層状施肥)」と鉢上げ時に培土と混和する「鉢内全量施肥(混和施肥)」とする(図1)。
2. 定植時において、層状施肥、混和施肥を行なった苗では、対照より葉色と作物体窒素含有率が高くなるが、その他の生育に大きな差はない。また、培土の電気伝導度も対照より高く、肥料成分の過剰な溶出が認められるが、濃度障害は認められない(表1)。
3. 本ぼにおける収量は層状施肥、混和施肥ともに慣行と同等である。このとき、30%～40%の施肥窒素量の削減が可能となる。層状施肥の場合、肥料と培土を混合する手間を省くことができる(表2)。
4. 肥効調節型肥料は、栽培後期まで成分の溶出が継続する(図2)。

#### [成果の活用面・留意点]

1. 本試験の耕種概要は、は種：7月中旬、斜め合わせ接ぎ：8月上旬、鉢上げ：8月上旬、定植：9月上旬、摘心：6段、栽培終了：1月中下旬、品種：「ハウス桃太郎」、台木：「がんばる根」であった。灌水はチューブ灌水で行った。栽植密度は2,084本/10aである。本ぼはガラス温室で白黒マルチを施し栽培した。培土は市販品(1kgあたり窒素1.5g)を使用し、育苗鉢は直径12cm、容量600ccである。本ぼは洪積土(造成台地土細粒赤色土相)、及び沖積土(細粒灰色低地土相)である。
2. 鉢上げ時の育苗鉢内施肥から定植までの育苗期間は3週間程度とする。
3. 定植前の本ぼはソルガムで均一栽培を行い、栽培前土壌(洪積土H17年)は無機態窒素0.8mg/100g、可給態窒素0.5mg/100g、可給態リン酸134mg/100g、交換性カリ34mg/100g、跡地土壌の電気伝導度は、対照区0.25mS/cm、層状施肥区、混和施肥区とも0.07mS/cmである。
4. 肥料経費は約5割の削減となる(慣行44,200円/10a、育苗鉢内施14kg、22,800円/10a、育苗鉢内施12kg、19,543円/10a：平成18年2月価格調査)。

[具体的データ]

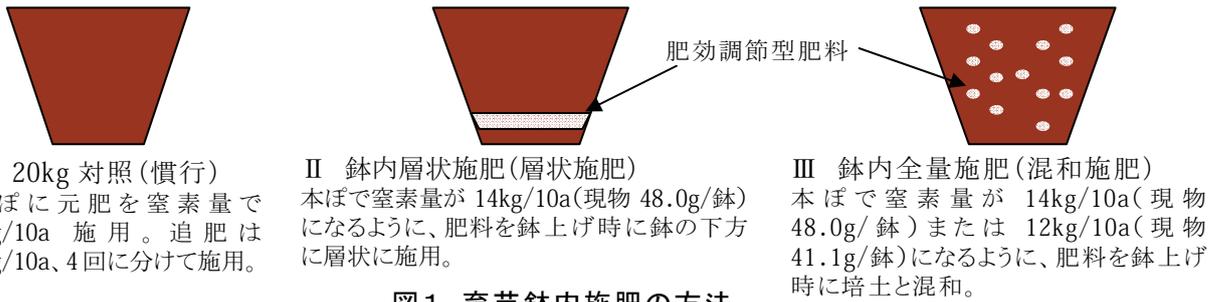


図1 育苗鉢内施肥の方法

表1 鉢上げ後3週間経過時(定植時)におけるトマト苗の生育状況<sup>注1)</sup>(平成17年度)

試験区	草丈 (cm)	葉数	葉色 <sup>注3)</sup>	着花葉位 <sup>注4)</sup>	地上部	地下部 <sup>注5)</sup>	窒素含有率 (%)	電気伝導度 (mS/cm)
					生重(g)	乾重(g)		
14kg鉢内全量施肥(混和施肥)	42.0 a <sup>注2)</sup>	10.1 ab	44.5 a	12.0 a	32.3 a	0.37 a	4.80 a	2.15
12kg鉢内全量施肥(混和施肥)	43.4 a	10.2 ab	44.8 a	12.0 a	34.0 a	0.36 a	4.71 a	1.79
14kg鉢内層状施肥(層状施肥)	45.6 a	10.3 ab	45.5 a	12.0 a	34.6 a	0.33 a	4.53 a	1.65
20kg対照(慣行)	43.2 a	10.0 b	42.2 b	11.8 a	32.2 a	0.37 a	3.50 b	0.76

注1)12株の調査結果 注2) アルファベットはTukeyの検定で、同一符号は5%水準で有意差なし  
注3)ミノルタ葉緑素計による測定値 注4)一段花までの展開葉数 注5)根を水道水で洗い60℃で乾燥後、計測

表2 トマト果実収量<sup>注1)</sup>

試験区	1) 洪積土(造成台地土細粒赤色土相)					2) 沖積土(細粒灰色低地土相)							
	総果数 <sup>注2)</sup> (個/株)	総収量 <sup>注2)</sup> (kg/株)	月 別 収 量 (kg/株)			総果数 <sup>注2)</sup> (個/株)	総収量 <sup>注2)</sup> (kg/株)	月 別 収 量 (kg/株)					
			10月	11月	12月			10月	11月	12月	1月		
平成16年度	14kg鉢内全量施肥(混和施肥)	21.7	3.65	0.62	1.33	1.63	0.07	21.1	3.76	0.68	1.39	1.45	0.24
	12kg鉢内全量施肥(混和施肥)	20.3	3.46	0.57	1.39	1.33	0.16	20.8	3.75	0.86	1.39	1.42	0.07
	20kg対照(慣行)	19.0	3.34	0.70	1.26	1.23	0.15	21.2	3.58	0.70	1.18	1.65	0.05
平成17年度	14kg鉢内全量施肥(混和施肥)	23.2	4.19	0.87	1.58	1.68	0.06	23.2	4.13	0.67	1.58	1.68	0.20
	12kg鉢内全量施肥(混和施肥)	22.9	4.19	0.82	1.49	1.82	0.07	20.9	4.00	0.66	1.80	1.40	0.14
	14kg鉢内層状施肥(層状施肥)	22.7	4.17	0.91	1.49	1.70	0.07	-	-	-	-	-	-
	20kg対照(慣行)	19.8	4.07	0.78	1.60	1.58	0.11	20.9	4.21	0.58	1.58	1.90	0.15

注1) 各区5株調査2反復。 注2) 一元配置分散分析を行い、有意差なし。

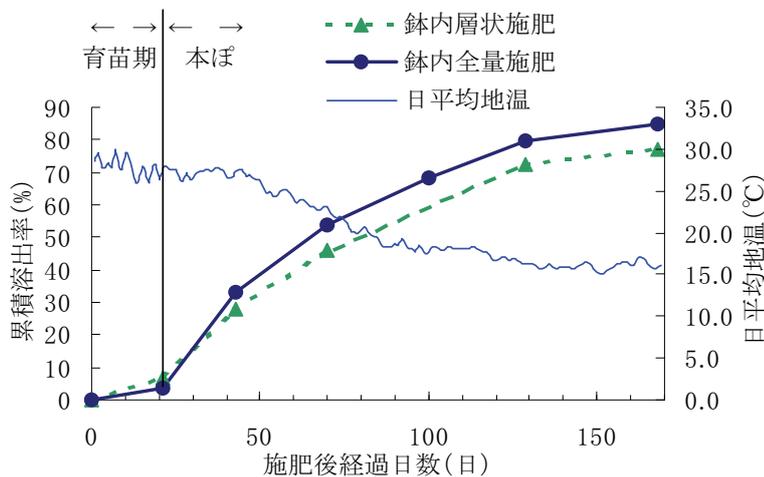


図2 被覆燐硝安加里の溶出率と栽培期間中の日平均地温(H17年度)

[その他]

研究課題名:農作物品種及び生産資材の比較、検定、調査  
 予算区分:受託  
 研究期間:2004~2005年度  
 研究担当者:中村仁美、小杉徹、神谷径明

[成果情報名] かん水同時施肥栽培によるチンゲンサイの硝酸イオン低減化

[要 約] チンゲンサイをかん水同時施肥栽培で栽培前半を窒素 50ppm、後半を 200ppm で栽培し、収穫 5 日前に養液施用を中止し、かん水に切り替えることにより、硝酸イオン濃度を 2,000ppm 以下に低減化し、窒素施肥量を 2 割程度削減できる。

[キーワード] チンゲンサイ、かん水同時施肥栽培、養液中止、硝酸イオン、施肥削減

[担 当] 静岡農林技研・生産環境部（旧農試・土壌肥料部）

[連絡先] 電話 0538-36-1556、電子メール masanao1\_matsumoto@pref.shizuoka.lg.jp

[区 分] 生産環境（土壌肥料）

[分類] 技術・参考

---

#### [背景・ねらい]

県内のチンゲンサイ主生産地では、長期間の連作栽培が行われており、硝酸態窒素の土壌への蓄積と作物体への過剰吸収が懸念されている。そこでかん水同時施肥栽培を利用して窒素の吸収をコントロールすることにより作物体の硝酸イオンの低減化技術を確立する。

#### [成果の内容・特徴]

1. 養液濃度はチンゲンサイを定植した後の 14 日間を窒素 50ppm、その後 12 日間を 200ppm で栽培し、収穫までの 5 日間を養液施用を中止し、かん水のみで栽培する。
2. 収穫期まで養液を施用した場合に比較して、硝酸イオン濃度は 3,979ppm が 5 割減の 1,972ppm に低下した（図 1）。
3. 同様に株重は全期間養液施用した場合に比較して砂土では 165g が 1 割減の 159g となった（図 1）。
4. 養液施用中止により、チンゲンサイの成分は減少した（表 1）。
5. 収穫期の養液中断期間は収量や硝酸イオン濃度の関係から 5 または 6 日程度が適当である（図 2）。

#### [成果の活用面・留意点]

1. 試験期間は、は種 4 月初旬、定植 4 月下旬で収穫期は 5 月下旬採りであり、栽培期間によっては若干養液濃度の調整が必要である。
2. 試験は、現地の地床栽培と異なり、かん水同時施肥装置を用い、全農型隔離ベッドに砂土を充填し、栽植密度 15×15cm に定植、点滴間隔 20cm のチューブを等間隔に 3 本敷設する。
3. 養液用の肥料は、市販の養液土耕用複合肥料（15-15-15）を用い、これを希釈して施用する。
4. 堆肥・土壌改良資材は施用していない。

[具体的データ]

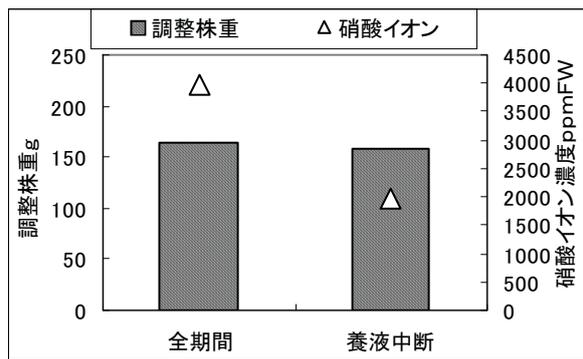


図1 養液施用方法と収量、硝酸イオン濃度の関係

表1 養液施用方法と体内成分(調整株・乾物当たり)

試験区	T-N %	K %	Na %	Ca %	Mg %	P2O5 %
全期間	5.25	7.99	1.07	2.02	0.56	2.07
養液中止	4.01	6.27	1.09	1.50	0.44	1.92

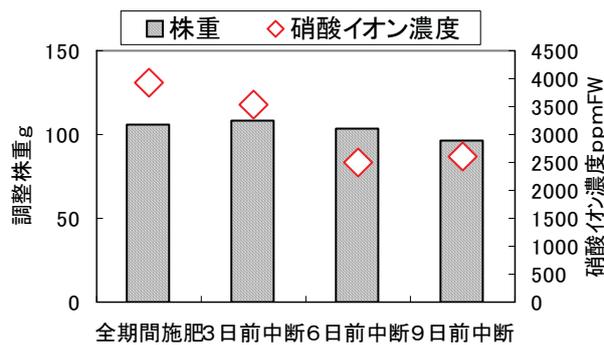


図2 養液中断期間と収量、硝酸イオン濃度の関係

表2 養液中断期間と体内成分

	全窒素	K	Ca	Mg	P	最大葉長 (cm)	葉色 (SPAD値)
全期間施肥	6.50	5.13	2.55	0.61	0.56	24.8	38.2
3日前中断	6.00	4.85	2.45	0.62	0.56	24.2	38.7
6日前中断	5.20	4.30	2.37	0.59	0.57	24.1	38.5
9日前中断	5.18	4.00	2.12	0.56	0.58	23.5	38.5

[その他]

研究課題名：中国野菜の硝酸塩低減化技術の確立

予算区分：県単

研究期間：2002～2004年度

研究担当者：松本昌直、山本光宣

発表論文等：日本土壌肥料学会中部支部 86 回例会 (2006) 発表

[成果情報名] チンゲンサイ、キャベツ根内から初めて見出された窒素固定細菌

[要 約] チンゲンサイ及びキャベツの根内から見出された5菌株に窒素固定能が認められた。16SrRNA 遺伝子の部分塩基配列（500 bp）の相同性よりこれらの菌株の一部は、*Bacillus* 属、*Pseudomonas* 属、*Rhodopseudomonas* 属と類推された。

[キーワード] 窒素固定、チンゲンサイ、キャベツ、根内細菌

[担 当] 静岡農林技研・生産環境部（旧農試・土壌肥料部）

[連絡先] 電話 0538-36-1556、電子メール toru1\_kosugi@pref.shizuoka.lg.jp

[区 分] 生産環境（土壌肥料）

[分類] 研究・参考

---

#### [背景・ねらい]

静岡県では、農業に有用な菌株を収集して、それらに放射線を照射し、その変異による菌株の育種を試みており、その基となる菌を収集している。そこで、チンゲンサイ、キャベツの根圏細菌から、窒素固定能を持つ有用菌株を選抜する。

#### [成果の内容・特徴]

1. 根圏細菌約9千菌株から、チンゲンサイ主根伸長を促進するもしくは主根長を抑制し根毛が増加する、という特長で一次選抜した作物生育促進菌230菌株を実験に供試し、アセチレン還元活性測定法による窒素固定能を測定したところ、5菌株（調査菌株中の出現割合2.2%）に活性が認められた（表1）。
2. 窒素固定能のある菌株は、2菌株がチンゲンサイ根内由来、3菌株がキャベツ根内由来である。データベースで調査したところ、チンゲンサイ、キャベツの作物根から、窒素固定能を持つ菌株が分離されたのは、初めてである（表2）。
3. 16SrRNA 遺伝子の部分塩基配列（500bp）の相同性より、N-B101は *Bacillus* 属、と類推され、芽胞形成するグラム染色陽性の桿菌で好気性かつカタラーゼ陽性であることが確認された。同様に、N-C69は、*Pseudomonas* 属、N-C70は、*Rhodopseudomonas* 属と類推された（表3、写真1）。

#### [成果の活用面・留意点]

1. N-A75、N-B1の2菌株は、菌株収集時にすでに純化作業は繰り返し行っていたが、16SrRNA 遺伝子の分析を行うに当たり、再度純度確認を実施したところ二つの細菌の混合株であることが分かり、それぞれ2菌株が再分離された。再分離された菌株の窒素固定能については、現在調査中である。
2. 調査したデータベースは、AGRIS、JASISである。
3. 作物の生育に対する効果は、今後調査する予定である。

[具体的データ]

表1 窒素固定細菌の少窒素培地での生育とアセチレン還元活性

菌名	rennie培地での アセチレン還元活性 <sup>注2)</sup>	
	生育 <sup>注1)</sup>	nmol/24h・tube
N-A75	+	19.5 ± 8.6
N-B1	++	1262.2 ± 162.4
N-B101	++	23.9 ± 6.1
N-C69	++	9.7 ± 1.1
N-C70	+	37.0 ± 6.7

注1)++よく生育する。+生育する。

注2)3反復。

表2 アセチレン還元活性の高い菌の由来

菌名	分離植物、及び分離場所	分離培地
N-A75	黄色土稲わら5t連用キャベツ根内から分離した根内細菌	素寒天
N-B1	豊田町農家チンゲンサイ根内からの分離した根内細菌	素寒天
N-B101	豊田町農家チンゲンサイ根内からの分離した根内細菌	素寒天
N-C69	黄色土稲わら5t連用キャベツ根内から分離した根内細菌	麦芽
N-C70	黄色土稲わら5t連用キャベツ根内から分離した根内細菌	麦芽

表3 N-B101菌株の16SrRNA遺伝子の部分塩基配列の相同性といくつかの生化学的・形態学的性質

菌株名	候補種	相同性 <sup>注)</sup> (%)	グラム 染色	カタラーゼ <sup>*</sup> 活性	オキシダーゼ <sup>*</sup> 活性	芽胞
N-B101	<i>Bacillus cereus</i>	99.6	陽性桿菌	+	-	+
N-C69	<i>Pseudomonas fulva</i>	98.9				
N-C70	<i>Rhodopseudomonas palustris</i>	98.4				

注) 16S rRNA遺伝子500bpに基づく

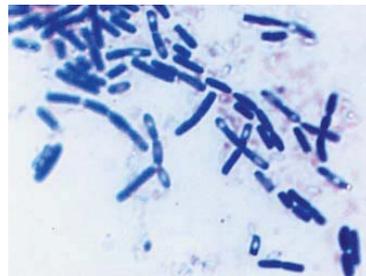


写真1 N-B101のグラム染色写真

[その他]

研究課題名：放射線を利用した病虫害防除能力及び生育促進機能の高い微生物の選抜手法に関する研究

予算区分：国交（放射線）

研究期間：2006年度（2002～2006年）

研究担当者：小杉徹、中村仁美、堀江優子、神谷径明、安達克樹（九州沖縄農研）