

ISSN 0919-4975

BULLETIN
OF THE
HORTICULTURAL INSTITUTE,
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER

NO. 15
March 2007

茨城県農業総合センター 園芸研究所研究報告

第 15 号
平成 19 年 3 月

茨城県農業総合センター
園 芸 研 究 所

茨城県笠間市安居3,165-1
AGO,KASAMA,319-0292 JAPAN

茨城県農業総合センター
園芸研究所研究報告第15号

所長

小川 吉雄

編集委員長

佐久間文雄

編集委員

江橋賢治 鈴木雅人 本図竹司
松本英一 長塚 久 鹿島恭子

茨城県農業総合センター
園芸研究所研究報告 第15号

目 次

茨城県中央地域ナシ園の土壌、地下水および施肥実態 ……………藤田 裕・折本善之……………	1
メロン ‘アンデス5号’ における果実の成熟と温度との関係 ……………金子賢一・佐久間文雄……………	11
イチゴの不耕起栽培における養液土耕の給液管理および熱水土壌消毒の効果 ……………鈴木雅人……………	17
茨城県内のレタス産地における降雨被害要因の解析 ……………村崎 聡・鈴木雅人……………	23
露地ニラ栽培における肥効調節型肥料を利用した窒素減肥が収量、施肥窒素利用率、環境負荷軽減に及ぼす影響 ……………石井 貴・河野 隆……………	29
ハウスニラ栽培における減肥試験とその養分収支 ……………石井 貴・河野 隆……………	37
シバ ‘つくば太郎’ ‘つくば輝’ ‘つくば姫’ の育成 ……………浅野 昭・高城誠志・永井永久・市村 勉・駒形智幸・ 門脇伸幸・本図竹司……………	45

茨城県中央地域ナシ園の土壌, 地下水および施肥実態

藤田 裕・折本善之

The Actual Soil, Groundwater and Fertilizer Application Conditions of a Japanese Pear Orchard in the Central Area of Ibaraki Prefecture.

Yutaka FUJITA and Yoshiyuki ORIMOTO

Summary

We investigated the actual fertilizer application and soil conditions of Japanese pear orchards, and studied the effect of the fertilizer application on the environment. The percentage of farms in which the amount of fertilizer application exceeded the standard application rate of fertilizer was: 73% in N fertilization, 100% in P fertilization, and 80% in K fertilization. The level of N fertilization correlated with the yields. In the 100cm deep range, soil nitrate nitrogen concentration was higher in the subsoil than in the surface soil. The concentration of nitrate nitrogen in the groundwater exceeded environmental standards in all 19 orchards. The nitrate nitrogen concentration in the groundwater and the nitrate nitrogen concentration in the soil had high correlation, and the highest correlation in the 5th layer. The relation between the nitrate nitrogen concentration in the groundwater and the amount of N fertilization was not clear.

キーワード：ニホンナシ, 施肥実態, 地下水, 硝酸性窒素

I. 緒言

一般的に、ニホンナシは窒素施肥量が多い (Hiraoka and Umemiya, 2000)。その背景は高樹齢による生産量低下を補ったり、大玉生産と多収を期待してのこととされている (梅宮, 2004)。過剰な窒素の施肥は硝酸性窒素の溶脱増加を引き起こし、地下水などの環境に影響を与える恐れがある。本県においても、畑作台地の浅層地下水中の硝酸性窒素濃度は果樹地帯(ナシ)で高い (松本ら, 1994) ことが指摘されている。硝酸性窒素・亜硝酸性窒素は、平成11年2月に「地下水の水質汚濁に係る環境基準 (10mg/L以下)」に格上げされ、農業からの汚染の可能性が高いが、農耕地からの汚染が面源負荷であり汚染源が特定し難い状況にある。

しかし、農業が環境と調和した産業であるためには、農業サイドからの自発的な負荷削減対策を講じる必要がある。具体的には、作物の吸収量に応じた効率的な

施肥法や有機物由来肥料成分を考慮した施肥法など、環境保全のための適切な土壌管理法の開発が望まれている。そのため、ナシ園の施肥実態および土壌、地下水等について基礎的な資料が必要である。

そこで、ナシ園の施肥、土壌および地下水の実態調査を行い、施肥が収量、土壌および地下水に及ぼす影響について検討した。

II. 材料および方法

1. アンケート調査

土壌肥培管理の実態を把握するため、土壌および地下水調査園のナシ栽培農家を対象に、ナシの施肥に関するアンケート調査を2001年10月～12月に実施した。ナシ農家13戸に対し、平年の収量(‘幸水’), 樹齢, 地表面管理, 施肥位置, 肥料の種類, 施肥量, 施肥時期, 堆肥の入手先, 堆肥の種類, 堆肥施用量, 堆肥施用時期について戸別に聞き取りした。また、施用され

た堆肥について、肥料成分量の推定値を下記の割合(伊達・塩崎, 1997) (土壌・作物栄養診断マニュアル, 1997) で算出した。

発酵鶏糞：N：P₂O₅：K₂O= 1.4：3.2：1.6 (現物%)

豚糞堆肥：N：P₂O₅：K₂O= 2.1：4.9：1.3 (現物%)

牛糞堆肥：N：P₂O₅：K₂O= 1.3：2.3：0.8 (現物%)

生鶏糞：N：P₂O₅：K₂O= 1.7：1.6：1.9 (現物%)

2. 土壌および地下水調査

調査地域の地形は、西側に標高300m程度の山があり、その山麓および山麓から続く台地に農村集落がある。中央部の低地に水田が広がっており、西側から東側に水の流れがある。中央部と比較して北側と南側はやや高く、この部分にナシを含む果樹園が団地化している。このうちナシ園はとくに南側に多くある。

調査は、この地域における表層腐植質黒ボク土(桜統)ナシ園22ヶ所について実施した(図1)。

土壌断面調査は2002年1月17日に、代表的な1園について実施した。深さ150cmの試坑を掘り、層別に土色、土性、ジビリジル反応、斑鉄の様子について調査した。150cm以下についてはハンドオーガー(直径7cm, 大起理化)を用いて300cmまでボーリングし、採取した土壌を同様に調査した。

供試土壌は、園の対角線上3点において、深さ20cmごとに採土し、うち2点については40cmまで、また1点についてはハンドオーガーを用いて1mまで行った。採取した土壌について、下記の項目を分析した。

pH (KCl)：ガラス電極法, EC：1:5水浸出法, 可給態リン酸：トルオーグ法, 交換性石灰・苦土・カリ：原子吸光光度法, 水溶性塩素イオン・硫酸イオン・亜硝酸イオン・硝酸イオン：イオンクロマト法

地下水は、ハンドオーガーを用いて2mまでボーリングし、浸出した不圧地下水を採取し、下記の項目を分析した。なお、地下水は、22園中19園において採取できた。採取した地下水について、下記の項目を分析した。

pH：ガラス電極法, カルシウムイオン・マグネシウムイオン・カリウムイオン：原子吸光光度法, 塩素イオン・硫酸イオン・亜硝酸イオン・硝酸イオン；イオンクロマト法, 炭酸水素イオン：酸消費量 (pH4. 8) 換算値

なお、土壌および地下水は2001年10月15日～25日に採取した。

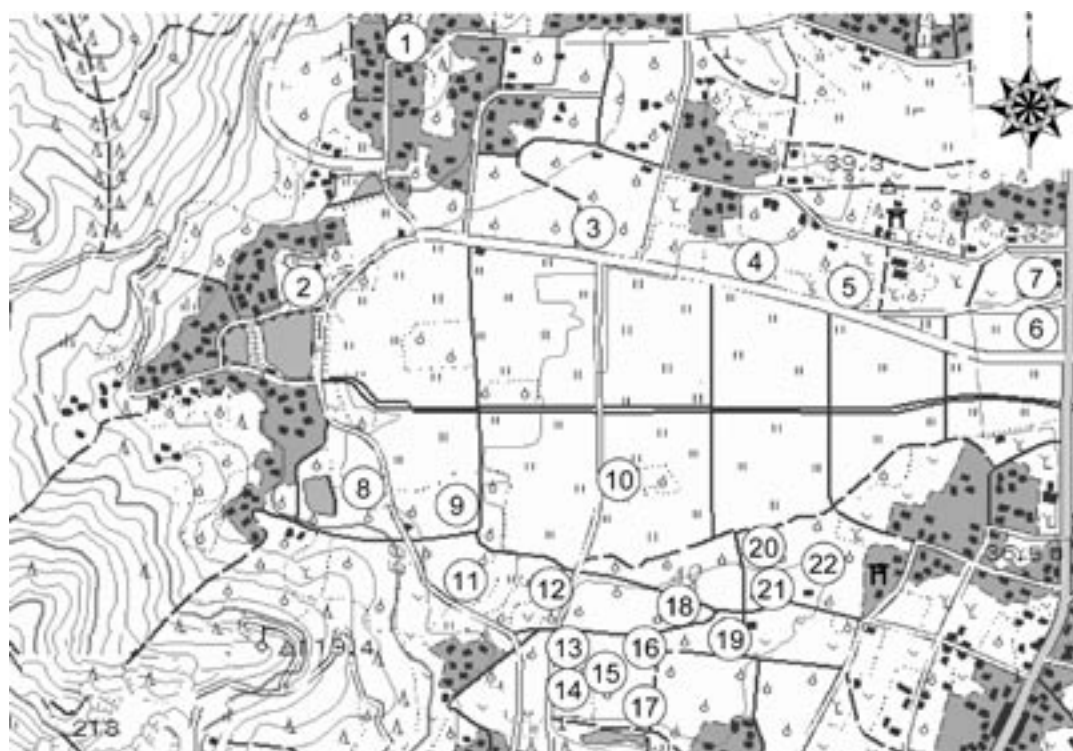


図1 調査地域の地形

注) ○は調査地点を示し、数値は調査園番号を示す。

Ⅲ. 結果および考察

1. アンケート調査

1) 収量，樹齢，施肥位置，地表面管理

調査地域の平均収量は 23.2t/ha であった。22.0t/ha 以下の園が 53% を占め、調査したほとんどの園で県の基準収量 30t/ha 以下であった。樹齢は、25 年生以上の園が 80% であり、ナシ園の高樹齢化が認められた。一般的に樹齢が進むと樹勢が弱くなり収量が低下するといわれているが、樹齢と収量について相関は認めらず、この地域においてナシ園の高樹齢化による収量の低下傾向は明確ではなかった。施肥位置は、すべて表層施肥で、全面散布が 64% であった。施肥量が少ない園は株元に局所施肥する傾向にあった。地表面管理については、草生管理が 87% であり、その大部分は雑草草生であった。

2) 施肥時期

本県果樹栽培基準における施肥時期は、基肥が 11 月から翌年 2 月まで、1 回目の追肥が 5 月上旬、2 回目の追肥が 6 月上旬である（果樹栽培基準、2003）。アンケート調査の結果によると、基肥施肥

時期は、11 月が 66% であり、すべての園で 12 月までに施用されていた。収穫期までの追肥時期について、1 回目は 3 月に施用する園が 53% であった。2 回目は 5 月に施用する園が 53% であった。追肥は 3 回目まで行う園が 60% であり、4 回目の追肥をする園は少なかった。

3) 施肥実態

本県のニホンナシ施肥基準は‘幸水’草生栽培の場合、化学肥料は、窒素 300kg/ha、リン酸 200kg/ha、カリウム 200kg/ha である（果樹栽培基準、2003）。

窒素は、460～500kg/ha 施用している農家が最も多く 27% あり、平均施肥量は 390kg/ha であった。リン酸は、260～300kg/ha 施用している農家が最も多く 33% あり、平均施肥量は 390kg/ha であった。800kg/ha 以上施用している農家も 6.7% あった。カリウムは平均施肥量が 290kg/ha であった（図 2）。基準以上の施肥を行っている農家数は窒素成分が全体の 73%、リン酸成分が 100%、カリウム成分が全体の 80% であった。

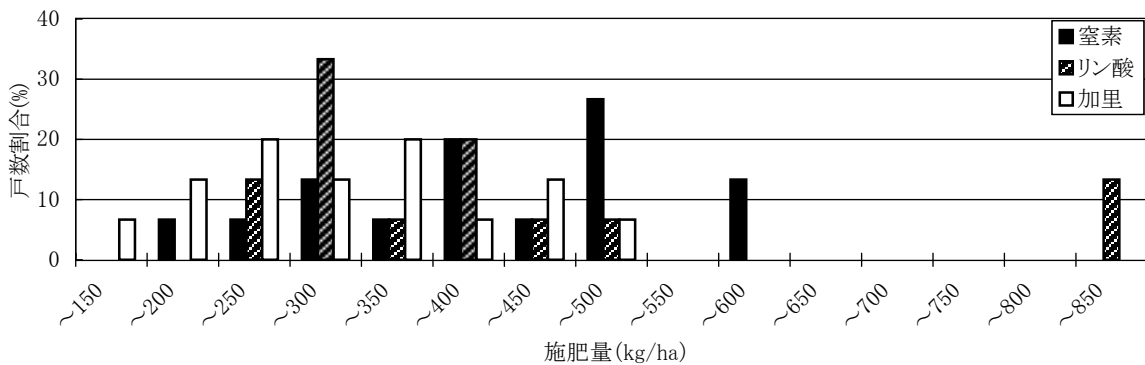


図 2 県中央地域ナシ園における施肥量の頻度分布

4) 堆肥の施用実態

本県果樹栽培基準における有機物施用基準は、地力維持のため堆肥又はその他の有機物を施用する（果樹栽培基準、2003）として具体的な数値を示しておらず、有機物施用の推奨にとどまっている。

アンケート調査の結果、施用頻度については、隔年または毎年施用する農家が 87% で、この地域は堆肥を慣行的に施用している。堆肥は、購入が 85% で、自家生産が 15% であった。堆肥の種類は、発酵鶏糞が 69%、豚糞堆肥が 23% でこの 2 種類

が大半を占めた。施用量は、発酵鶏糞は 8t/ha から 30t/ha の範囲で、10t/ha が最も多く全体の約 31% で、平均値は 16.4t/ha であった。30t/ha 施用する農家も 12.5% あった。豚糞堆肥は 20t/ha 施用する農家が 3 戸あり全体の 23% であった（図 3）。

堆肥中の肥料成分量を算出し、その施用量の農家戸数割合を求めると、窒素について 410～450kg/ha が最も多く 40% であった。リン酸は、910～1000kg/ha が最も多く 40% であった。カリウムは、260～300kg/ha の農家が 40% あった。

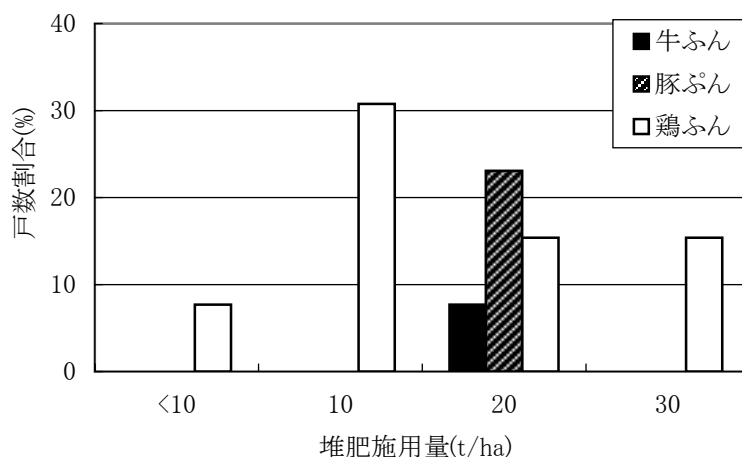


図3 県中央地域ナシ園における畜種別堆肥施用量の頻度分布

2. 調査園の土壌断面

調査園における代表的な土壌断面形態について図4に示した。斑鉄は地表面から240cmのところで認められた。深さ240cmから認められる重埴土がこの地域の不透水層をなしていると推察されることから、不圧地下水はこの位置で横移動していると考えられる。

3. 土壌の化学性

土壌の化学性について、ニホンナシの主要根群域である0～40cmの各平均値を、土壌の改善基準（土壌・作物栄養診断マニュアル，1997）と比較して表1に示した。

pHについて、5.33～5.42の範囲で平均値5.38は改善基準値よりやや低い値であった。交換性カルシウムについて241～354mg/100gの範囲で平均値298mg/100g、交換性マグネシウムについて32.5～44.0mg/100gの範囲で平均値38.3mg/100gは、ともに改善基準値より低い値であった。可給態リン酸について8.1～42.4mg/100gの範囲で25.3mg/100g、交換性カリウムについて94.3～103mg/100gの範囲で平均値98.7mg/100gは、ともに改善基準値より高い値であった。

MgO/K₂O比は、ほとんどの地点で0.5以下であり、バランスが崩れていることから潜在的にマグネシウム欠乏となる可能性が高い。これはアンケート調査で明らかかなように、カリウムの施肥量が多いことが影響していると考えられる。また、リン酸が0～40cmの表層において高い値を示したことについては、施肥量が基準以上に行われていることが影響していると考えられ

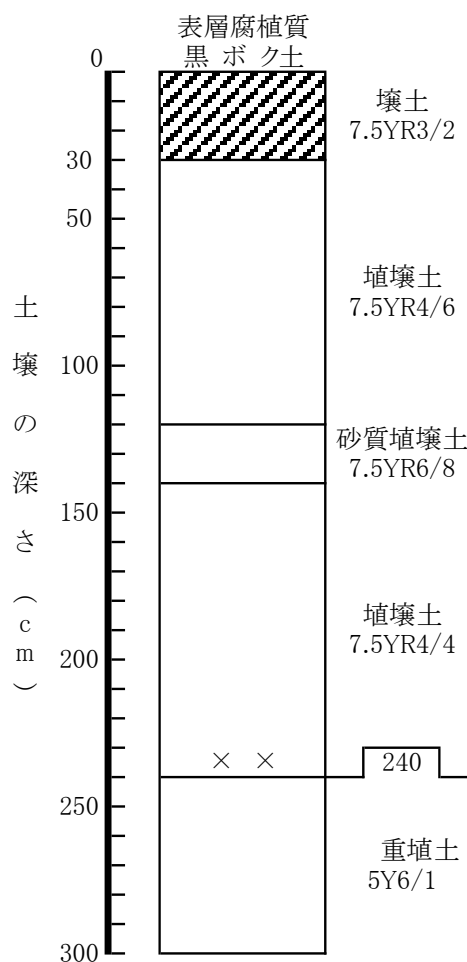


図4 調査園土壌の断面

土色はマンセル表色系に準じた新版標準土色帖により、色彩、明度／彩度の順に記載した。

る。土壤中のカリウムおよびリン酸含量が高い原因として、施肥の影響以外にも堆肥施用量が非常に多いことが影響していると考えられる。

また、EC、硝酸態窒素、塩素イオン、硫酸イオンの各平均値は、下層ほど増加の傾向を示した。特に硝酸態窒素は、0～20cmで2.4mg/100g、20～40cmで4.2mg/100g、40～60cmで7.2mg/100g、60～80cmで11.1mg/100g、80～100cmで13.1mg/100gと下層ほど高い値を示した。硝酸態窒素濃度が下層ほど高い値を示したことについて、土壤中に分布する肥料由来窒素の最大ピーク出現位置と積算降水量には

高い相関関係が認められる（小川，2000）ことから、土壤に吸着されにくい硝酸態窒素は降雨による土壤浸透水により下層へ溶脱したと考えられる。硝酸態窒素は、地表面から40cm程度といわれている主要根群域より下層に溶脱しており、また同様に肥料の副成分である塩素イオン、硫酸イオンも土壤浸透水により下層へ溶脱していることから、施肥窒素量が過剰である可能性が考えられる。堆肥についても、施用された堆肥の多くが肥効率の高い発酵鶏糞および豚糞堆肥であり、連年10～20t/ha程度施用されていることから、硝酸態窒素溶脱に影響を及ぼしていると推察できる。

表1 茨城県中央地域ナシ園土壤の分析結果

深さ		pH (KCl)	EC dSm ⁻¹	NO ₂ -N	NO ₃ -N	可給態 P ₂ O ₅	交換性			水溶性	
							CaO	MgO	K ₂ O	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
mg/100g											
0～20	平均値	5.42	0.204	0.2	2.4	42.4	353.7	44.0	102.7	2.4	24.9
	最大値	6.40	0.497	0.6	10.0	90.0	656.8	86.3	210.2	8.7	84.5
	最小値	4.30	0.079	0.0	0.3	10.1	125.2	12.4	30.0	0.5	1.3
20～40	平均値	5.33	0.250	0.3	4.2	8.1	240.8	32.5	94.3	2.2	35.0
	最大値	6.45	0.507	0.5	12.7	28.5	466.5	67.9	169.4	6.7	91.6
	最小値	4.49	0.102	0.0	0.4	2.3	106.8	12.8	33.9	0.4	13.7
40～60	平均値	5.66	0.314	0.5	7.2	4.1	259.3	37.8	99.9	4.1	36.3
	最大値	6.43	0.671	0.5	23.0	15.5	448.1	68.8	145.4	21.1	72.6
	最小値	4.67	0.092	0.5	0.4	2.0	93.7	17.7	41.1	0.5	12.3
60～80	平均値	5.94	0.383	0.2	11.1	3.3	255.7	41.0	93.2	6.3	35.9
	最大値	7.11	0.731	0.2	26.5	6.5	456.5	69.1	146.9	19.5	86.3
	最小値	4.49	0.112	0.2	1.2	1.6	77.7	16.8	28.7	0.5	16.6
80～100	平均値	6.07	0.419	0.8	13.1	3.9	243.0	44.3	85.5	7.6	37.0
	最大値	7.41	0.923	0.8	32.3	6.7	480.9	86.6	147.9	26.8	78.2
	最小値	4.17	0.119	0.8	1.5	2.2	74.6	17.9	20.4	0.7	17.0
主要根群域の 土壤の改善基準		5.5～6.0				10	380～ 420	47～60	47～60		

4. 地下水の化学性

ナシ園直下の不圧地下水の水質を表2に示した。pHは5.6～7.2で、農業用地下水質基準値（6.0～7.5）よりやや低い値であった。亜硝酸イオンはすべての地点で検出されなかった。硝酸性窒素濃度は、20.7～256mg/Lの範囲であった。19園すべてで、環境基準である10mg/Lを超えていた。炭酸水素イオンは3.0～123mg/Lと地点でのばらつきが大きかった。塩素

イオンは8.5～99.9mg/Lであった。硫酸イオンは24.4～255mg/Lであった。カルシウムイオンは35.7～277mg/Lであった。マグネシウムイオンは12.4～60.8mg/Lであった。カリウムイオンは0.1～153mg/Lと非常にばらつきが大きかった。ナトリウムイオンは2.4～27.3mg/Lとほかの元素と比較して低い値であった。

表2 茨城県中央地域ナシ園における不圧地下水の分析結果

園No.	水位 (m)	pH	mg/L							
			NO ₃ -N	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
2	0.23	6.37	48.5	6.1	15.6	80.9	57.4	15.5	42.1	2.4
3	0.60	6.29	117.5	13.7	78.9	179.7	160.4	45.7	27.2	19.7
5	0.42	6.27	198.1	7.6	99.9	227.2	208.5	56.1	152.8	20.5
6	0.71	6.33	127.0	10.7	30.8	82.1	115.5	35.3	70.6	12.0
7	1.45	7.21	57.0	123.4	34.0	157.7	159.9	18.5	31.7	13.6
8	0.79	6.03	111.1	9.1	39.4	90.3	116.4	31.3	52.6	12.1
9	1.72	6.57	78.7	15.2	21.2	139.2	107.0	26.9	43.2	7.0
10	1.52	6.09	33.3	16.8	49.4	99.9	66.4	20.8	6.4	13.2
11	0.62	5.82	37.9	4.6	30.0	94.9	59.3	17.1	20.9	4.6
12	1.11	5.79	24.9	10.7	17.7	72.6	35.7	12.4	15.8	7.1
13	1.51	6.19	184.4	12.2	48.4	255.4	230.1	58.2	43.5	27.3
14	1.42	6.16	65.5	12.2	29.7	88.2	88.2	27.0	0.1	10.7
15	1.76	5.81	20.7	9.1	8.5	114.6	45.4	16.6	0.6	2.6
16	1.17	6.86	24.9	12.2	34.1	71.7	45.4	18.0	0.6	7.1
17	0.86	5.95	71.5	10.7	29.6	223.5	104.7	27.6	65.8	14.2
18	1.56	5.99	84.8	13.7	27.8	164.6	110.2	38.2	—	22.3
20	1.71	5.89	201.2	4.6	67.1	45.3	217.2	45.0	10.5	12.8
21	2.00	5.82	256.0	4.6	92.3	67.1	276.7	60.8	1.5	18.3
22	1.56	5.64	98.5	3.0	56.5	24.4	114.0	26.2	5.3	9.1
平均値	1.20	6.16	96.9	15.8	42.7	120.0	122.0	31.4	32.8	12.4
最大値	2.00	7.21	256.0	123.4	99.9	255.4	276.7	60.8	152.8	27.3
最小値	0.23	5.64	20.7	3.0	8.5	24.4	35.7	12.4	0.1	2.4
変動係数	42.17	6.2	69.2	162.4	58.7	52.7	55.6	47.4	111.5	53.3

注) —：検出限界以下

5. 施肥窒素量と収量の関係

施肥窒素量と収量の関係は、施肥窒素量と施用堆肥中窒素成分量が多いほど収量が多い傾向があった(表3)。

一方で、施肥量の多少が収量に及ぼす影響は少ない(植田ら, 2000), また施肥量が多くなると収量が低下する傾向がある(石塚ら, 1969)という報告がある。

ニホンナシの収量は窒素施肥量だけでなく剪定や着果管理なども大きく影響することから、施肥窒素量と収量の関係を明らかにするためには十分な検討が必要であると考えられる。

さらに、ニホンナシ‘幸水’の地上部窒素吸収量は樹冠面積1㎡当たり13g(折本ら, 2003), すなわち樹冠面積1ha当たり窒素130kgである。アンケート調査による窒素施肥量は平均390kg/haであり、さらに堆肥由来窒素成分を考慮すると窒素の供給量は吸収量を大きく上回ることから、余剰量は増大すると予想される。また窒素施肥に対して収量と果実糖度は相反する傾向であると推察される(鈴木ら, 1996)ことから、収量だけでなく環境や品質を考慮した窒素施肥量の設定が必要である。

表3 施肥窒素量と収量の関係

	収 量	基肥窒素	追肥窒素	施肥窒素	堆肥窒素	窒素(施肥+堆肥)
収量	—					
基肥窒素	0.649**	—				
追肥窒素	0.505*	0.548**	—			
施肥窒素	0.646**	0.850**	0.906**	—		
堆肥窒素	0.423	0.080	0.344	0.257	—	
窒素(施肥+堆肥)	0.657**	0.534*	0.749**	0.741**	0.839**	—

注) 単相関 * : 5%有意, ** : 1%有意, n = 13

6. 地下水の硝酸性窒素と土壌の硝酸態窒素との関係

地下水硝酸性窒素濃度と土壌硝酸態窒素濃度の相関は、下層ほど高くなり80～100cmで最も高かった。地下水中硝酸性窒素濃度は土壌80～100cmの硝酸態窒素濃度が高いほど上昇する傾向を示し、相関は非

常に高く統計的に有意であった(図5)。土壌化学性調査から土壌硝酸態窒素は浸透水の影響で下層へ溶脱していると考えられ、下層土壌の硝酸態窒素が地下水硝酸性窒素濃度に影響を及ぼしていると考えられる。

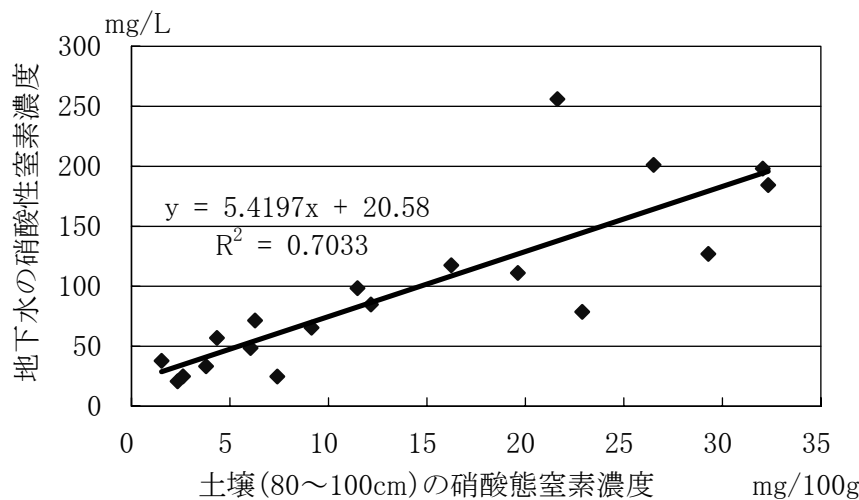


図5 県央地域ナシ園における下層土壌(80～100cm)の硝酸態窒素濃度と地下水の硝酸性窒素濃度の関係

7. 施肥窒素量と地下水の硝酸性窒素濃度の関係

ナシ園における施肥窒素量とナシ園直下の地下水硝酸性窒素濃度について、施肥および堆肥由来窒素量と地下水硝酸性窒素濃度との間に関係は認められなかった。

また、地下水の水質組成をキーダイヤグラムで図6に示した。一般的な不圧地下水は、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ や $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ により構成されるためI型にプロットされるが、調査園から採取した地下水19サンプルはすべてIII型にプロットされた。自然環境下の地下水にお

いて硝酸イオン、硫酸イオンおよび塩素イオンは少ない(平田編著, 1996)ことから、もともとI型であった地下水に対して、地表から人為的に硝酸イオン、硫酸イオンおよび塩素イオンが供給され、それらが増加したためにIII型に移行したと考えられる。

調査地域は、掘り鉢状の地形を呈しており、居住地域よりも低い位置にナシ園が位置している。地下水の硝酸性窒素濃度が高い地点では塩素イオン濃度も高く(表2)、一般的に塩素イオンは生活系または下水系の混入により増加することから、供試地下水の硝酸性窒

素はナシ園における施肥以外に生活系排水の影響を受けていると考えられる。さらに、地下水の硝酸性窒素濃度は調査地域東側で高くなる傾向を示したことから(図7)、地下水はナシ園の施肥や生活系排水の影響を受けながら調査地域東側に移動している可能性が示唆された。

一方で、この地域を一つの農業集水域として捉えらると、ナシ園よりさらに低地に水田がある地形であり、一般に高地から低地に水の流れが生じ、畑地の浅層地下水の多くは水田に湧出すると考えられる。水田は水稻による窒素吸収と土壌の還元に伴う微生物による脱窒作用により、高い窒素浄化機能を有している(小川, 1998)ことから、ナシ園直下において硝酸性窒素濃度の高い値を示した地下水は水田を通過することにより浄化され、この集水域から系外に排出される水の窒素濃度はさほど問題のないレベルまで低減していると考えられる。

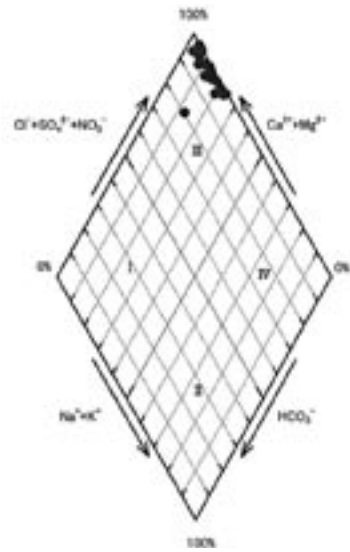


図6 県央地域ナシ園における地下水の水質組成

- I型 炭酸塩硬度 (Carbonate Hardness)
- II型 炭酸アルカリ度 (Carbonate Alkalinity)
- III型 非炭酸塩硬度 (Non-Carbonate Hardness)
- IV型 非炭酸アルカリ度 (Non-Carbonate Alkalinity)

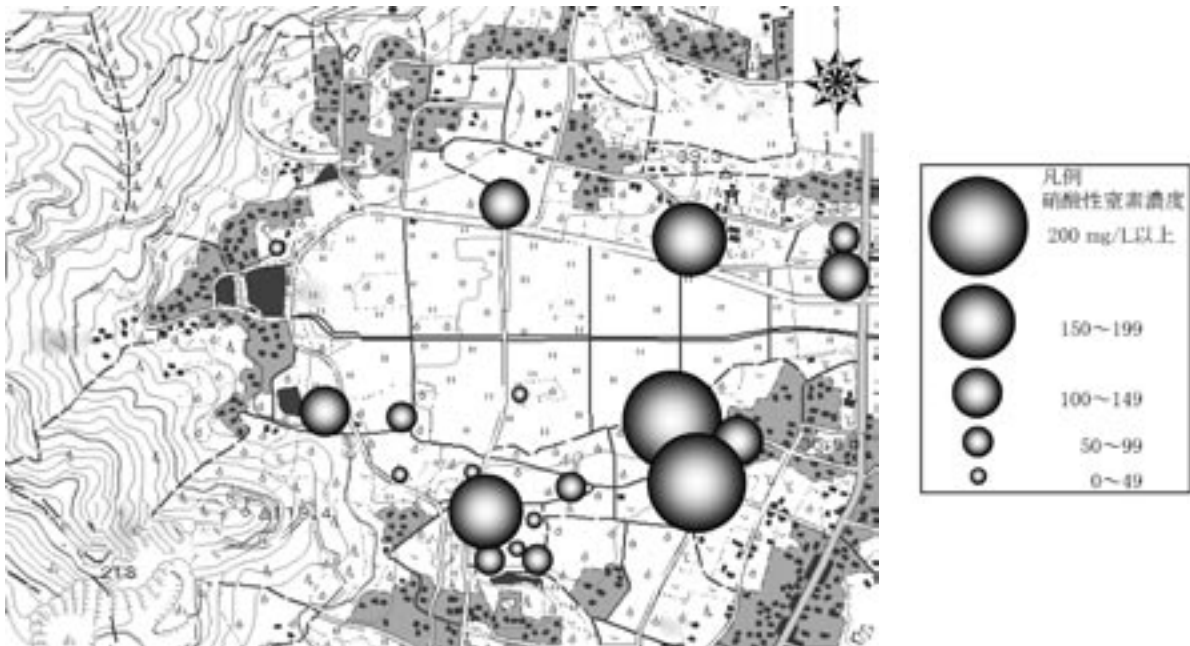


図7 県央地域ナシ園における地下水中硝酸性窒素濃度の分布

IV. 摘要

ナシ園土壌の施肥実態を調査し、また施肥が環境に及ぼす影響について検討した。

1. 施肥基準と比較して、窒素成分超過農家割合は73%、リン酸成分超過農家割合は100%、カリウム成分超過農家割合は80%であった。

2. 施肥と収量の関係は、施肥窒素量が多いほど収量が増加する結果であった。

3. 土壌硝酸態窒素濃度は、深さ100cmの範囲で下層ほど高い値を示した。

4. 地下水中硝酸性窒素濃度は、調査した19園すべてで環境基準を超過した。

5. 地下水硝酸性窒素濃度と土壌硝酸態窒素濃度は、

下層ほど相関が高く、80～100cmで最も相関が高かった。

6. 地下水中硝酸性窒素濃度と窒素施肥量の関係は、明確でなかった。

謝 辞 調査遂行にあたって協力いただいた方々、および本研究のとりまとめにあたってご助言いただいた茨城県園芸研究所長小川吉雄氏に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 伊達昇・塩崎尚郎. 1997. 肥料便覧第5版. pp. 211 - 214. 農文協. 東京.
- 土壌・作物栄養診断マニュアル. 1997. pp. 84 - 85. 茨城県農林水産部農業技術課.
- Hiraoka, K and Umemiya, 2000. Estimation of nitrogen, phosphorus and potassium in relation to chemical fertilizer application in Japanese orchard fields. JARQ. 34:87-92.
- 平田健正 (編). 1996. 土壌・地下水汚染と対策. pp135. 社団法人日本環境測定分析協会. 東京.
- 石塚由之・小松鋭太郎・南雲光治. 1969. 茨城農研研報. 3: 39 - 50.
- 果樹栽培基準. 2003. pp. 40 - 41. 茨城県農業総合センター.
- 松本英一・平山力・青木武・小山田勉. 1994. 畑作地帯の浅層地下水水質の実態. 茨城農研研報. 1: 63 - 78.
- 小川吉雄. 2000. 地下水の硝酸汚染と農法転換. pp. 85 - 86. 農文協. 東京.
- 小川吉雄. 1998. 地形連鎖を活用した地域の水質浄化. 農園. 73 (1): 225-229.
- 折本善之・武井昌秀・小山田勉. 2003. 日本ナシ '幸水' と '二十世紀' の地上部新生器官における窒素吸収特性の比較. 土肥誌 74:203-206.
- 鈴木智久・山田健悦・亀和田國彦. 1996. ナシ園黒ボク土壌の実態と果実の収量・品質との関係. 栃木農試研報. 44: 15 - 23.
- 植田稔宏・広沢勇・根本実継. 2001. 第116回茨城県土壌肥料研究会発表要旨.
- 梅宮善章. 2004. 果樹園の施肥に由来する窒素負荷の現状. 園学研. 3 (2): 127 - 132.

メロン ‘アンデス5号’ における 果実の成熟と温度との関係

金子賢一・佐久間文雄

Relationships between Fruit Maturing and Temperature in Melon Cultivar ‘Andesu No.5’

Kenichi KANEKO and Fumio SAKUMA

Summary

Relationships between the fruit maturing period and temperature were examined to distinguish the optimum harvesting time of melon cultivar ‘Andesu No.5’ in semi-forcing culture. The number of days from flowering to maturing was high in low temperature period and it was low in high temperature period. Difference between the maximum and minimum was 10 or greater. The accumulative temperature showed the tendency equal to the number of days from flowering to maturing, so it's considered that there is an ineffective temperature range for maturation. The effective temperature coefficients were calculated from the relationship between the fruit maturing period and temperature. Based on the effective temperature coefficients, the following values were obtained. The least effective temperature and the most effective temperature and the effective accumulative temperature were 5.8 °C, 27.2 °C and 1122.8 °C respectively. The harvesting date can be calculated by summing the daily equivalent of temperature from the flowering date. Differences between the calculated values and the actual values were within 2 days.

キーワード：アンデス5号, 温度, 成熟日数, 有効温度係数, 有効積算温度

I. 緒言

従来、メロンの収穫適期の判別には、果皮色の黄化、果梗部の離層の発達程度、着果節第1葉の枯れこみ程度等が目安とされてきた(野中ら, 1972)。しかし、現在の主力品種では、それらの目安の発現が見られなかったり、栽培条件によって発現程度が異なったりすることから指標として確実とはいえない。

成熟日数は収穫適期の判別における最も一般的な方法であるが、栽培時期の違いにより日数が異なるだけでなく(野中ら, 1973; 川崎ら, 1977)、同一栽培時期においてもその年の天候によって日数が変動する点から一律の基準にはなりづらく、一応の目安にすぎない。

一方、受粉後の積算温度は、同一品種であれば異なる栽培時期においてもほぼ一定であることが報告されており(野中ら, 1973; 鈴木ら, 1988)、収穫適

期の判別指標として有効と思われる。しかし、鈴木ら(1988)は、同一積算温度の場合においても成熟期間中の温度が低く成熟日数が多いほど果肉硬度が大きいと、有効温度の検討が必要であるとしている。

森下・本多(1985)は、羽生・内島(1962)の提起した有効温度係数の概念に基づいて促成イチゴの成熟に対する温度の影響を定量的に捉えようとし、有効積算温度が果実の成熟進度を表す指標として利用可能であることを示した。

そこで、メロン‘アンデス5号’の収穫適期の判別を目的として、有効温度係数の概念に基づいて果実の成熟日数と温度との関係について検討した。

II. 材料および方法

‘アンデス5号’を供試し、2004年の2月28日、3月20日、4月6日、5月1日および2005年の2月

21日、3月23日、4月7日、4月23日、5月6日に受粉した果実について調査を行った。いずれも間口4.5～5.4mのパイプハウスを用い、栽培時期に応じてカーテンやトンネルおよび水封マルチの設置により最低気温10℃を目標に保温を行った。株間は50～60cmとし、地這い誘引子づる2本仕立てで、1株当たり4個着果させた。施肥は基肥のみで、窒素成分で0.7～1.6kg/a施用した。

収穫日は果実硬度が1.2kgとなった日とし、それぞれの作付け毎に8～16個の果実について硬度を測定して、その作付けにおける収穫日を決定した。果実硬度は果実硬度計(KM-5、藤原製作所製)にφ12mmの円錐型プランジャを装着して、切断した果実の果肉中央部について測定した。

成熟に影響を及ぼす温度として果実露囲気温を測定した。測定には小型データロガー(おんどとり、ティアンドデイ製)を用い、着果位置付近の地上10cmにセンサを設置して、60分間隔に測定した。1日24回の測定値の平均を日平均果実露囲気温とした。

有効積算温度算出のためのデータの解析には、羽生ら(1962)の有効温度係数の概念を適用した。すなわち、作物のある形質の生長には各温度がそれぞれ異なる有効性を持ち、有効温度域の温度をそれぞれ固有の有効温度係数を乗じた有効温度当量で置き換えると、有効積算温度は期間内の有効温度当量の総和で表され

る。

Ⅲ. 結果

旬別の平均外気温の推移を図1に、旬別、作付け別の平均果実露囲気温の推移を図2に示した。平均外気温は2004年が平年並みかやや高く推移したのに対し、2005年は平年より低く推移した。平均果実露囲気温は作付け時期が遅いほど高い傾向を示し、3月下旬までは20℃未満であったのに対し、4・5月は18℃から23℃の範囲で、6月は21℃以上で推移した。2005年は総じて前年より低く推移し、特に4月中旬および5月中旬は前年より2℃程度低かった。

成熟期間中の平均果実露囲気温、成熟日数および積算温度を表1に示した。成熟期間中の平均果実露囲気温は18.8～22.4℃の間で推移し、作付け時期が遅いほど高かった。成熟日数は、2月受粉の果実と5月受粉の果実では10日以上の違いがあり、また、2月受粉の果実同士でも2004年と2005年では5日異なるなど、一定ではなかった。積算温度は、成熟日数に比べれば作付け時期による違いは小さいものの、低温時には大きく、高温時には小さい傾向が見られた。

成熟期間中の平均果実露囲気温と成熟日数の関係を図3に示した。図3において平均果実露囲気温(d)と成熟日数(t)の間には双曲線的関係が認められる

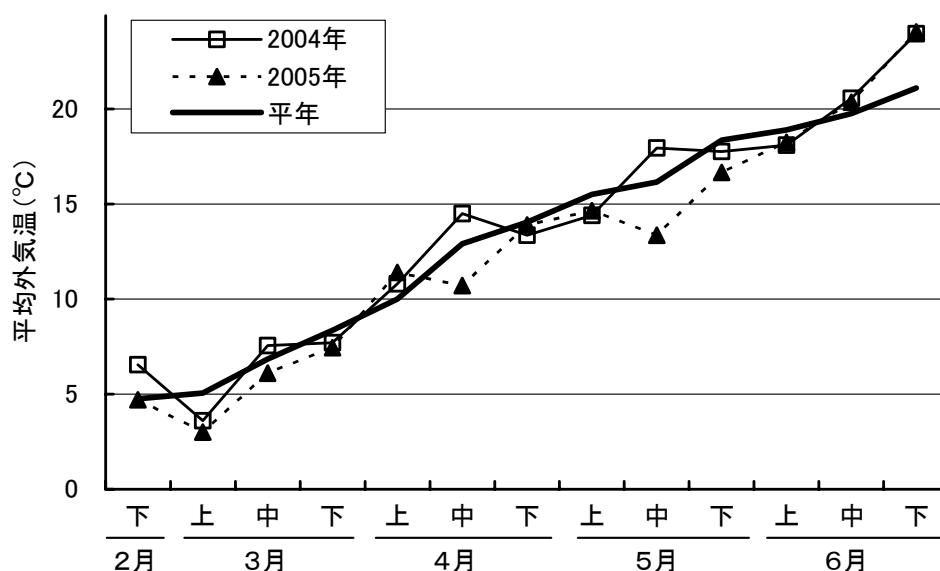


図1 旬別の平均外気温の推移

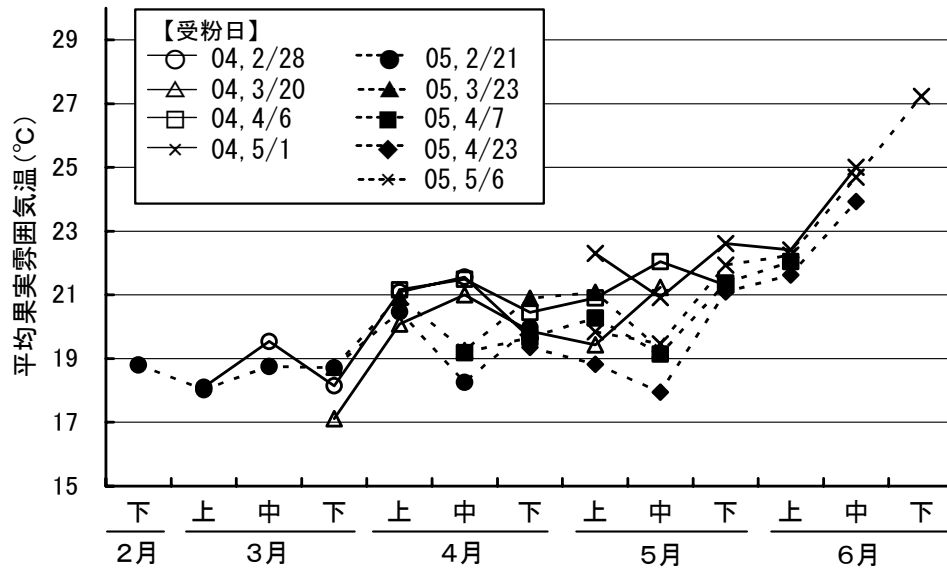


図2 旬別、作付け別の平均果実露囲気温の推移

表1 平均果実露囲気温、成熟日数および積算温度

試験年度	2004年				2005年					
	受粉日	2/28	3/20	4/6	5/1	2/21	3/23	4/7	4/23	5/6
平均果実露囲気温(°C)		19.6	19.9	21.2	22.4	18.8	20.2	20.3	20.4	22.4
成熟日数(日)		63	60	54	52	68	64	63	58	52
積算温度(°C)		1235	1192	1144	1163	1279	1293	1282	1183	1164

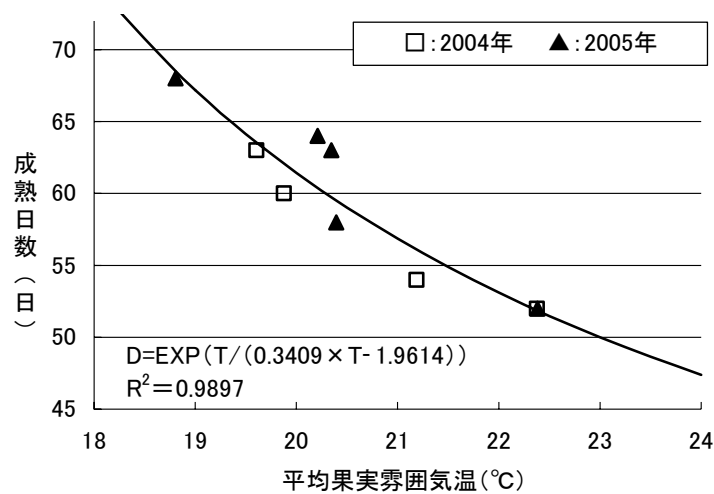


図3 平均果実露囲気温と成熟日数の関係

ので、森下・本多（1985）が用いた方法に基づいて、 $d = \exp (t / (at + b))$ の関係式をあてはめ、以下のパラメーターを得た。

$$a = 0.3409, b = -1.9614, R^2 = 0.9897$$

定数 a および b は t に関係しない値であり、式は $at + b > 0$ で成立するため、 $t > -b/a$ となり、 $-b/a$ が有効下限温度を表す。本式から求められた有効下限温度は 5.8℃であった。

また、 $t_1 \times d_1$ が最小となるときの温度が成熟に最も有効に働く温度なので、このときの有効温度係数 a

= 1.0 とし、各温度における有効温度係数を算出した。積算温度が最小になるのは 27.2℃で、このときの積算温度は 1122.8℃であった。

各温度における有効温度係数を図 4 に、有効温度当量を図 5 に示した。有効温度係数が 0.9 以上となるのは 20℃から 40℃で、20℃未満の温度域では気温が低くなるに従い有効温度係数が急激に小さくなった。有効温度当量は気温 10℃では 1.1℃と著しく小さく、気温 15℃では 9.6℃、気温 25℃では 24.9℃、気温 35℃では 33.6℃であった。

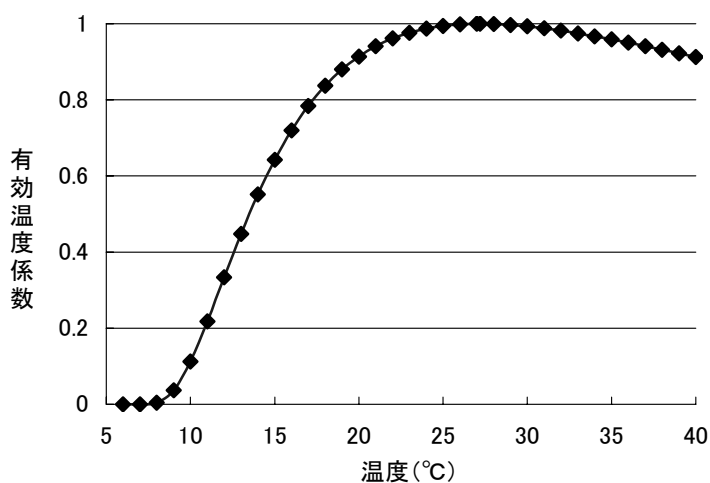


図 4 各温度における有効温度係数

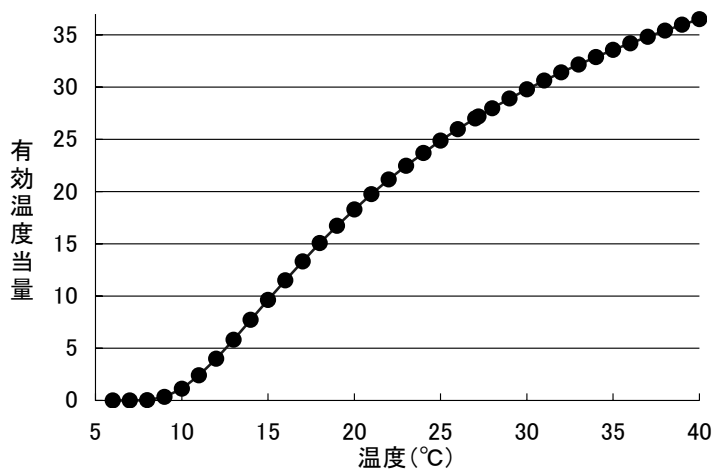


図 5 各温度における有効温度当量

IV. 考 察

メロンは、トマトやイチゴのように1回の作付けにおいて連続して収穫する作物とは異なり、複数回の作付けをずらして行うことにより連続的に果実を収穫している。各作付けにおける収穫はほぼ一斉に行われ、同一作付けの収穫が終わると次の作付けの収穫まで待たなければならないので収穫の波が著しい。よって、市場からは作付け毎の収穫期および階級についての事前情報の提供が求められており、収穫期の予測を行うことの意義は大きい。

有効積算温度は成熟期間中の有効温度当量の総和に等しい。したがって、受粉日以後の日々の有効温度当量を積算し、その総和が1122.8℃を越えた日を収穫日とすることで、成熟日数の理論値を得ることができる。

成熟日数の理論値と実測値の比較を図6に示す。成熟日数の理論値は、2004年の3月20日受粉および4月6日受粉で実測値より2日多く、2005年の3月23日受粉および4月7日受粉で実測値より2日少なかったが、全作付けにおいて理論値と実測値の差は2日以内だった。

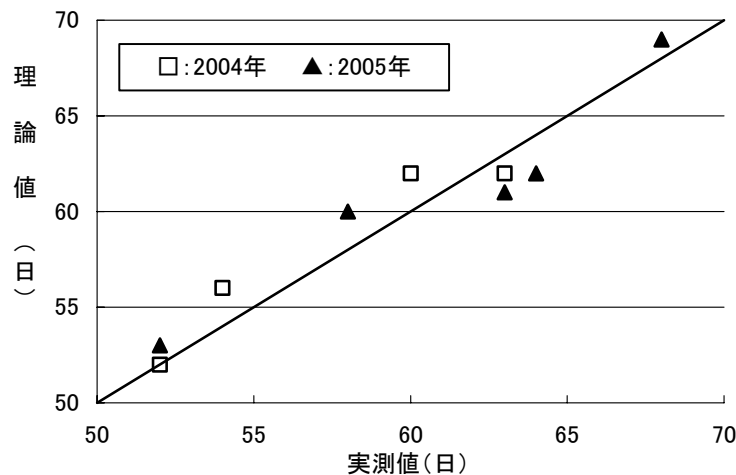


図6 成熟日数における実測値と理論値の比較

加えて、有効温度係数の概念に従えば、ある時点における温度当量の積算値と有効積算温度との差を以後に予想される日有効温度当量で除することにより、収穫期の予測がある程度可能であると考えられる。本試験における日有効温度当量は、晴天日が20～25℃、雨天日が10～15℃であった。

また、本試験で得られた有効下限温度(5.8℃)が現地で行われている生育限界温度に、有効温度当量を実質的に得ることができる10℃が保温目標温度に、成熟に最も有効に作用する温度(27.2℃)が生育適温である25～30℃にあたるなど、メロンの生育を説明するそれぞれの温度に適合した値を得ることができたことから、メロン果実の成熟に対する有効温度係数の概念の適用は概ね満足のいくものであったと考えられる。

階級については、大型量販店などによる市場外取引の増加により、事前情報の提供がより重要となってきた。田中ら(2002)は‘アンデス’において、受粉後30～35日目の果高・果径値に1.05を乗ずることで、出荷時の階級判別が可能としている。

果実肥大促進のためには果実肥大前半の夜温確保が重要とされており、当該時期の温度と果実肥大の関係について検討することで、階級の早期予測の実現が期待される。

V. 摘 要

メロン ‘アンデス5号’ の収穫適期の判別を目的として、果実の成熟日数と温度との関係を検討した。半促成栽培における成熟日数は低温期ほど多く、高温期

ほど少なく、その差は10日以上だった。受粉から収穫までの積算温度は低温期ほど大きく、高温期ほど小さく、成熟に作用しない温度の存在が示唆された。成熟日数と温度との関係から有効温度係数を導き、‘アンデス5号’の成熟特性を求めると、有効下限温度は5.8℃、成熟に最も有効に作用する温度は27.2℃、有効積算温度は1122.8℃だった。受粉日以後の日々の温度当量の総和が1122.8℃を越えた日を収穫日として算出した理論値は、実測値との差が2日以内だった。

引用文献

- 羽生寿郎・内島立郎. 1962. 作物の生育と気象との関係に関する研究 第1報 水稻の出穂期と気温との関係 (1). 農業気象. 18 (3): 21 - 29.
- 川崎重治・斉藤久男・田中龍臣・田中政信. 1977. ハウスメロンの栽培法に関する研究 第1報 作型が品種の生態的特性におよぼす影響について. 佐賀農試研報. 17: 1 - 70.
- 森下昌三・本多藤雄. 1985. 促成イチゴの成熟に関する研究. 野菜試報. C8: 59 - 69.
- 野中民雄・戸田敏郎・杉山芳郎. 1972. 海岸砂地地帯におけるネット型露地メロンの栽培に関する研究 第2報 開花後日数と果実の品質および日持ちとの関係. 静岡農試研報. 17: 11 - 20.
- 野中民雄・角貝政栄・杉山芳郎. 1973. 海岸砂地地帯におけるネット型露地メロンの栽培に関する研究 第3報 栽培時期と品質との関係. 静岡農試研報. 18: 28 - 37.
- 鈴木雅人・雨ヶ谷洋・中原正一. 1988. ネット型メロンの生育特性 第1報 生育ステージ毎の生育所要日数と積算温度. 園学要旨. 昭63春: 264 - 265.
- 田中修作・石田豊明・東出忠桐. 2002. 果実測定による地這いメロンの肥大予測. 園学雑 71 別2: 325

イチゴの不耕起栽培における養液土耕の給液管理 および熱水土壤消毒の効果

鈴木雅人

Effects of Drip-irrigation and Hot Water Soil Sterilization on the Growth of
Strawberries (*Fragaria* × *Ananassa Duch.*)
under No-tillage Condition.

Masahito SUZUKI

Summary

Water absorption of strawberries and the amount of irrigation effect of groundwater were examined in order to establish the no-tillage cultivation condition in a drip-irrigation system of strawberries using the hot water soil sterilization.

As an example, the water absorption of strawberries was estimated at 100ml/day · plant based on the amount of irrigation in little-substrate-cultivation. Automatic irrigation seemed to be practical by setting the drip irrigation of specialized fertilizer dilution 1,200 times during the cultivation for strawberries. The cultivation of strawberries was able to be continued under the No-tillage Condition for 4 ~ 5 years without making the physical properties of the soil worse. The hot water soil sterilization contributed to bringing this invention to perfection.

キーワード：イチゴ，不耕起栽培，養液土耕，給液量，少量培地耕，熱水土壤消毒

I. 緒言

不耕起栽培に関する研究は水稻および麦類や大豆等の畑作において、1980年代から盛んになり、省力性、栽培環境の保全、生産コストの低減等の観点から効果が大きいと注目されるようになってきている。しかし、不耕起の効果は気候や土壌条件によっても異なることが指摘されている（伊藤ら，1994）ように、また必要とされる機械化が進んでいないこともあって、必ずしも順調に不耕起栽培技術が発展しているとは言えない。

野菜類の栽培においては全面全層施肥および燻蒸剤や太陽熱を利用した土壤消毒が広く普及していることもあって、不耕起栽培に関する取り組みは遅れている。しかし、近年新しい施肥管理技術としての灌水同時施肥法（以下、養液土耕法）および手軽な熱水土壤消毒法が注目され、これらを利用することによって、不耕起栽培の実用性も高まると期待されるようになってき

ている。

当研究室ではイチゴ、キュウリ等での養液土耕栽培技術の確立に関わる一連の研究を行っている。その中で、促成イチゴの不耕起栽培における養液土耕および熱水土壤消毒による土壌管理について検討し、数年間安定的な生産を継続でき、実用性が高いことが明らかになったので報告する。

II. 材料および方法

2000年から2005年までの6年間、同一のハウス圃場に促成イチゴを不耕起で連続作付けし、生育・収量、土壌水分・土壌硬度の変化、熱水土壤消毒の効果等について検討した。養液土耕の給液量は、ポリプロピレン製のプランターに同じ圃場の畑土をイチゴ1株当たり5L詰めた少量培地耕を行い、イチゴの吸水量の算定値から設定した。地床栽培における給液量に関しては、少量培地耕で得られたイチゴの吸水量の推計

値を基に、給液量の異なる多区、中区、少区の3区を1畝(約10m)単位で設け、栽培期間を通じて標準量 $\pm 20 \sim 50\%$ の処理を行った。

栽培施設は間口5.4m、奥行き22mの単棟パイプハウスを使用した。栽培圃場の土壌は表層腐植質火山灰土である。養液土耕装置はT社の30a規模システムを、また肥料はO社の養液土耕専用肥料(N成分15%含有)を用い、1,200倍液・1日・1回給液を基本に給液管理を行った。

イチゴは50穴のセルトレイで育苗し、9月中旬に定植した。3月末まで収穫した後、株元で切り取って片づけ、4月下旬に後作のメロンを植え付けた。メロンを7月下旬に収穫し、地上部のみ片づけ、9月中旬にイチゴを植え付けた。この作付けを繰り返し6年間行った。また、2003年からは8月下旬に熱水土壤消毒を行った。熱水土壤消毒はN社の専用ボイラーを用い、吐出口で75℃の温水を1㎡当たり200L、2

昼夜をかけて灌注した。

イチゴの生育・収量等については随時調査し、土壌水分の状態はテンシオメーターで、また土壌硬度は貫入式土壌硬度計で測定した。

Ⅲ. 結 果

1. 少量培地耕によるイチゴの吸水量の推計

少量培地耕において給液量と排水量との関係を調査し、その結果を表1に示した。排水量は給液量が多いほど多くなり、また天候、生育ステージ、時期等によって異なったが、給液量100mL/日・株以下では著しく少なく、100mL以上で多くなり、とくに150mLでは多かった。給液量と排水量の差をイチゴの吸水量とすると、給液量が多いほどイチゴの収量は多くなったが、標準的な600g/株程度の収量が得られる吸水量はおおよそ100mL/日・株であった。

表1 少量培地耕における給液量と吸水量および収量

区	給液量 (mL/日・株)	期 間 ¹⁾	排水量 (mL/日・株)	吸水量 ²⁾ (mL/日・株)	収 量 ³⁾ (g/株)
多 区	100	肥大期	15	85	344
	150	収穫期Ⅰ	68	82	
	200	収穫期Ⅱ	81	119	
中 区	75	肥大期	3	72	318
	100	収穫期Ⅰ	12	88	
	150	収穫期Ⅱ	51	99	
少 区	50	肥大期	1	49	297
	75	収穫期Ⅰ	9	66	
	100	収穫期Ⅱ	10	90	

注 1) 肥大期：開花～収穫開始(10/22～12/10)、収穫期Ⅰ：頂花房収穫期(12/11～1/25)、収穫期Ⅱ：腋花房収穫期(1/26～2/28)
2) 吸水量＝給液量－排水量 3) 品種「女峰」、3月まで収穫

表2 少量培地耕における給液量とイチゴ¹⁾の生育・収量

区	給液量 (mL/日・株)	頂花房 開花日 (月・日)	最 大 ²⁾ 葉 長 (cm)	収 量 ³⁾			糖 度 ⁴⁾ (Brix%)
				個 数 (個/株)	重 量 (g/株)	1果重 (g/個)	
多 区	120	11・8.7	9.8	18.8	306	16.3	10.0
中 区	100	9.1	9.7	17.3	270	15.6	10.9
少 区	80	9.6	8.9	16.9	244	14.4	11.2

注 1) 品種：'女峰' 2) 12月20日最大葉の中心小葉
3) 1株当たり・3月末まで 4) 1～3月3回測定の前平均

栽培期間を通して、給液量多区(120mL/日・株)、中区(100mL/日・株)、少区(80mL/日・株)を設け、イチゴの生育・収量等を調査し、その結果を表2に示

した。給液量が多いほど生育が旺盛で収量も多くなったが、糖度は低くなる傾向が認められた。

2. 少量培地耕土壌の化学性および肥料付加の効果

養液土耕専用液肥を用いた少量培地耕では、慣行の地床栽培と生育・収量は同等であった（データ省略）。しかし、連続で作付けするとリン酸およびカルシウムの不足が懸念されたので、不耕起栽培3年目の少量

培地耕において、N、P₂O₅ および CaO 肥料成分の付加効果について検討した。その結果を表3に示した。栽培終了後の土壌の残存肥料成分は、窒素、リン酸および石灰増肥区でN、P₂O₅ および Ca がそれぞれやや多く、標準区でもかなりの残存が認められた。

表3 少量培地耕不耕起連続作付け¹⁾3年目の肥料付加と土壌の化学性

区	付加成分 (kg/10a)	EC (dS/m)	pH	NO ₃ -N (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	CaO (mg/100g)
標準区 ²⁾		0.10	5.5	0.38	120	468
窒素付加区	N = 2	0.11	6.0	0.53	115	557
リン酸付加区	P ₂ O ₅ = 2	0.09	5.6	0.31	135	470
石灰付加区	Ca = 2	0.11	5.7	0.62	119	617

注 1) 促成イチゴ+夏メロンの年2作

2) 標準区：養液土耕専用肥料（N成分15%）・1000倍液のみ施用

3. 地床栽培における給液量と土壌水分の変動

地床栽培では地下水の影響を考慮して給液量を設定する必要があるため、給液量と土壌水分およびイチゴの生育について検討した。その結果を表4に示した。栽培ベッドの深さ15cm地点の土壌水分pF値は、時

期によって異なり、かなり変動した。しかし、吸水量の約70%に相当する70mL/日・株を目安に給液した中区では、pF値が2.0をわずかに上回る程度で推移し、1株当たりの収量は405g、1果重が13.1gであった。

表4 不耕起栽培3作目における給液量と土壌水分pF値およびイチゴ¹⁾の収量

区	給液量 (mL/日・株)	土壌水分 pF 値				収量 ²⁾		
		12/2	1/2	2/2	3/2 (月/半)	個数 (個)	重量 (g)	1果重 (g)
多区	80～100	1.96	1.88	1.92	1.95	30.2	415	13.7
中区	60～80	2.07	2.01	2.07	2.05	30.9	405	13.1
少区	40～60	2.11	2.12	2.20	2.17	28.8	371	12.9

注 1) 品種：‘女峰’，2001年9月定植

2) 1株当たり，3月末まで

4. 不耕起栽培におけるイチゴの生育・収量の年次変化

イチゴ（後作夏メロンとの組み合わせ）を5年間不耕起で連続栽培し、生育・収量等を慣行の耕起栽培と比較した。収量調査の結果を表5に示した。不耕起5年目まで、収量は毎年慣行栽培とほぼ同等であった。

表5 不耕起栽培および慣行耕起栽培におけるイチゴの収量

栽培年度	耕起・ 不耕起 ¹⁾ の別	収量 ²⁾			
		個数 (個)	重量 (g)	同左比	1果重 (g)
2000	耕起	28.3	382		13.4
2001	不耕起	31.4	383	95	12.2
	耕起	30.9	405	100	13.1
2002	不耕起	26.5	315	98	11.9
	耕起	26.8	322	100	12.0
2003	不耕起	17.8	238	97	13.4
	耕起	18.1	245	100	13.5
2004	不耕起	20.7	326	103	15.7
	耕起	20.1	318	100	15.8
2005	不耕起	19.4	377	102	19.4
	耕起	19.6	368	100	18.8

注 1) 「不耕起」は同一圃場で、2000～2005年連続栽培

2) 品種：2000～2002年「女峰」、2003～2005年「とちおとめ」1株当たり・3月末まで

5. 不耕起栽培土壌の硬さの変化

不耕起3作終了後のイチゴの根の状況を図1に示した。不耕起区でも根系は畝の底部深さ30cm付近まで広がっていて、耕起区との間に差は認められなかった。土壌の貫入抵抗値の調査結果を図2に示した。耕起区では深さ20cm前後の硬度が小さかったが、不耕起区でも畝の表面から底部となる深さ30cm付近まで、と



図1 不耕起作付け3年目のイチゴの根 (品種「女峰」2002年4月)

くに大きな差は認められなかった。

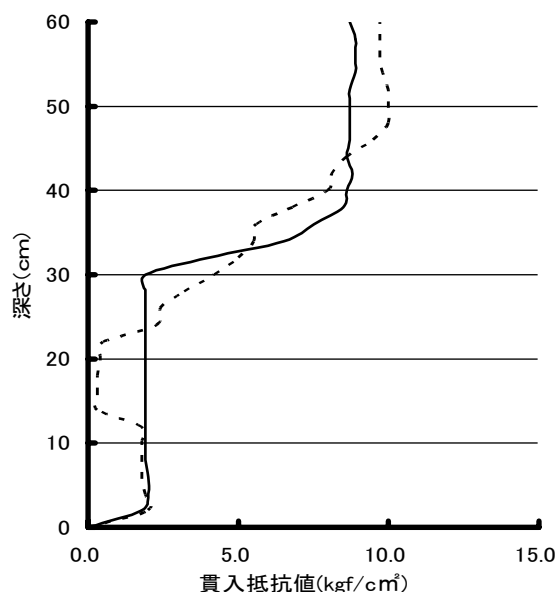


図2 4年作付け後(2004年4月)の貫入式土壌硬度計の土壌貫入抵抗測定値 (凡例 --耕起区, —不耕起区)

6. 連続不耕起栽培圃場における熱水土壌消毒の効果

土壌消毒を行わない不耕起栽培の圃場では、3年目頃からネコブセンチュウとネグサレセンチュウの被害が認められるようになってきた。そこで、4年目(2003年)と5年目(2004年)に養液土耕の点滴チューブを利用し、イチゴの作付け前に熱水土壌消毒を行った。

センチュウの発生程度およびイチゴの生育・収量の調査結果を表6に示した。消毒区では無消毒区に比べて生育が著しく旺盛で、収量が多かった。また、センチュウは消毒区で著しく発生が少なかったが、熱水消毒の効果は1年で、2年目無処理区では収量およびセンチュウの発生程度は連続無処理区と同程度であった。

表6 熱水土壌消毒の有無とセンチュウの発生程度イチゴの生育・収量¹⁾

熱水土壌 ²⁾ 消毒の有無	頂花房 開花日	12/10 葉長 ³⁾ (cm)	4/11 茎葉重 ⁴⁾ (g)	ネコブセンチュウ発生程度 ⁵⁾						収量		
				極少	少	多	激	極激	個数 (個)	重量 (g)	1果重 (g)	
2003・2004 有	有	11/10	8.0	41.0	10	0	0	0	0	17.9	292	16.3
有	無	11/14	7.2	29.0	0	0	0	5	5	14.4	224	15.6
無	有	11/10	8.2	51.0	8	2	0	0	0	20.7	326	15.7
無	無	11/12	7.4	28.0	0	0	1	7	2	13.5	202	15.0

注 1) 品種:「とちおとめ」, 2004年9月定植, 収量:1株当たり・3月末まで
 2) 2003年は3年作付け後, 2004年は4年作付け後 3) 調査日:2004年12月
 4) 調査日:2005年4月 5) 2005年4月・10株調査, 有・有区と有・無区は品種「育成No.02」

IV. 考 察

野菜類の不耕起栽培に関する研究および栽培事例は、今のところ極めて少ない状況にある。イチゴでは、

いち早く愛知県下において「イチゴ連続うね利用栽培」が実用的技術として確立されている。作付け前に畝上に土壌改良資材を施用し、専用の管理機で混ぜ込むことにより安定的な土壌状態を保つことができると

され、斎藤ら（2000）は土壤物理性の変化に関する調査で、4年目の作土が膨軟な状態に維持されていたことを明らかにしている。本研究では、土壤改良資材を全く投入せずに液肥だけで繰り返し栽培したが、とくに土壤物理性の悪化は認められず、5～6年以上に及ぶ連続栽培が可能であると考えられた。

長野間ら（1991）は不耕起播種サイズの根系は耕起栽培より深くなるが、その最も大きな要因は、不耕起土の乾燥にともなう亀裂の発生であることを報告している。土壤の物理性に及ぼす残根の影響については不明の点も多いが、イチゴではひげ根が比較的浅いところに密生するので、残根が土壤の膨軟性の持続に寄与していると推測できる。また、伊藤ら（1994）が土壤の種類によって不耕起栽培の適用性が異なることを報告しているように、土質によっては固結が起こる可能性もあるので、不耕起土の物理性についてはさらに検討を要すると考えられた。

基肥および土壤改良資材を施用せず養液土耕だけで不耕起栽培を行う場合は、必要な肥料成分を液肥で賄う必要がある。本研究を行った土壤のpHが低く、またリン酸が不足しやすい表層腐植質火山灰土壤では、一般に土壤改良資材の施用が不可欠とされている。しかし、筆者ら（2003）はメロンにおける養液土耕栽培の実用化に関する研究において、慣行栽培より20%程度少ないメロンの吸収量にほぼ匹敵する肥料成分を液肥として施用することで、安定した生育・収量が得られることを明らかにしており、養液土耕栽培では化学性を改善する意味での土壤改良の必要性は小さいと考えられた。一方、玉置ら（2003）がピートモスと籾殻クンタン混合培地（4L/株）の養液栽培で、不耕起2年目の排液のCa含有量が多くなることを認めているように、不耕起栽培を続けることによって、土壤の化学性に変化が生じる可能性があり、土壤の種類や施肥方法との関連においてさらに検討を要すると考えられた。

イチゴの養分吸収量はほぼ収量に比例し、植木（1997）は「女峰」での調査で、収量700g/株のときN成分で21kg/10aになったと報告している。本研究でも、少量培地耕において専用肥料を用いた養液土耕給液管理を行い、N成分で20kg/10a程度の施肥量とすると、過不足は生じないことを明らかにした。この施肥量を灌水量と希釈倍率によって設定することになるので、地下水位が高く十分灌水できない圃場では施肥管理が難しくなる恐れがある。給液量が80～

100mL/日・株となる本研究を行った火山灰土壤では、1,000～1,200倍の希釈液肥を灌水として給液すると、N成分で20kg/10aの施肥を行うことができると考えられた。

イチゴの土壤病害虫に対する熱水土壤消毒の有効性については、江口ら（2002）がクルミネグサレセンチュウに対する防除効果を確認しており、また本研究でもセンチュウ類に対する防除効果が確認されたことから、実用性の高い技術と考えられた。この試験では、熱水土壤消毒はボイラーの吐出口で75℃の温湯を、1㎡当たり200L注入する方法を用いた。不耕起栽培では、養液土耕の点滴チューブをそのまま利用し、簡便に処理することができるが、今後萎黄病や萎凋病等の病害に対する効果、また燃料費を含めたコスト等についても検討する必要がある。

以上のように、養液土耕法と熱水土壤消毒法を組み合わせたイチゴの不耕起栽培は安定した生育・収量を維持することができ、実用性が高いと考えられた。しかし、土壤条件が異なる場合の対応および省力性の評価等、いくつかの課題が残されており、適用性の大きい安定技術の構築に向けた検討が、さらに必要と考えられた。

V. 摘 要

イチゴの連続不耕起栽培の実用化を図るため、養液土耕の給液管理と収量、連続作付け後の土壤の理化学性の変化および熱水土壤消毒の効果等について検討した。

1. 少量培地耕を利用した実験の結果、給液量と排液量の差からイチゴの吸水量は、生育期間を通じておよそ100mL/日・株であるが見積もった。
2. イチゴの吸水量と栽培圃場の土壤水分の変化から、実用的な養液土耕の給液量を設定することが可能であり、試験を行った火山灰土の圃場では、吸水量の70%程度となる70mL/日・株を給液することにより、標準的な収量が得られた。
3. 基肥や土壤改良資材を施用せず、養液土耕専用肥料を用いた給液管理のみにより連続作付けしても、土壤中の肥料成分の過不足は認められなかった。また、土壤の固結は進行せず、土壤物理性の悪化はとくに問題にならなかった。
4. 不耕起栽培3年目頃からネコブセンチュウとネグサレセンチュウの発生が認められるようになったが、

熱水土壤消毒によって、被害を回避できることが明らかになった。

5. 養液土耕法と熱水土壤消毒法を組み合わせたイチゴの不耕起栽培は、安定した収量・品質が得られ、実用性が高いと考えられた。

謝 辞 本研究は(社)日本施設園芸協会が行った「食品産業等先端技術開発事業（平成 11～13 年度）」の一環として実施した。とくに、養液土耕の実用化に関する研究においては、同委員会の指導により推進することができたことに感謝し、ここに謝意を表する次第である。

引用文献

- 江口武志・森山美穂・横山 威. 2002. イチゴほ場における熱水土壤消毒のクルミネグサレセンチュウに対する被害回避効果と土壤微生物への影響. 九州農業研究. 64: 91.
- 伊藤道秋・遠藤織太郎・坂井直樹・春原 亘・米川智司・福田 晟・伊藤憲弘. 1994. 土性の異なる 3 種土壤における不耕起栽培の比較研究（第 3 報）火山灰土壤（土性 SiC）に対する不耕起栽培の適用性. 農作業研究. 29（1）: 44-50.
- 長野間 宏・児玉 徹・金田吉弘・山谷正治. 1991. 耕起方法が低湿重粘土汎用水田の土壤物理性に及ぼす影響. 土壤の物理性. 62: 43-52.
- 斎藤弥生子・清水知子・今井克彦. 2000. イチゴ連続うね利用栽培（不耕起栽培）における土壤物理性の経年変化. 園学雑. 69 別 1: 247.
- 鈴木雅人・金子賢一. 2003. メロンの養液土耕栽培における給液量と生育の関係. 茨城農総七園研報. 11: 9-14.
- 玉置 学・角田和利. 2003. イチゴのハンモック式簡易高設栽培システムの開発. 愛媛農試研報. 37: 13-19.
- 植木正明. 1997. 女峰の生理・生態と栽培技術. 農業技術大系. 野菜編第 3 巻追録 22 号: 323-339. 農文協. 東京.

茨城県内のレタス産地における降雨被害要因の解析

村崎 聡・鈴木雅人

Analysis of the Rainfall Disaster Factor in the Lettuce-Producing Area of IBARAKI Province

Satoshi MURAZAKI and Masahito SUZUKI

Summary

The level of economical damage in the producing area was non-existent when compared with expectations, and the rise in unit price exceeded the decrease in yield. There was also little economical damage for a farmer, and in case of a controlled decrease of yield under 50%, a farmer could collect his cost.

The result of analysis for the factor of rainfall disaster showed that damage was directly related to a submerged term. The use of rotational upland fields from lowland fields, and the use of high ridges were most effective for a controlled decrease in yield. However, infrastructure development, a drain and under drain were useless in the case of a field having no drainage. Moreover deep plowing tended to increase disaster.

キーワード：レタス, 降雨, 水害, 湿害, 経営, 排水

I. 緒言

関東地域では、温暖で広大な平坦地と高冷地を活用した野菜生産が発達し、葉根菜類で全国生産量の37%、果菜類で30%を占め、大消費地である首都圏への野菜供給を担っている。しかしながら、夏秋作型の露地野菜では、その収穫時期が台風や長雨の時期と重なる場合が多く、平成16年度には、台風22、23号の直撃とその後の天候不順により、レタス、キャベツなどの露地野菜産地が壊滅的な被害を受け、出荷量の激減から価格が急騰するなど、市場に混乱を招く結果となった。この被害は本県においても例外ではなく、県西地域のレタス等を中心に、36億円の経済被害を受けた。本県におけるレタスは124億円を産出し、野菜部門で第2位に位置する重要な基幹品目である(茨城県)。また、作付面積3,270ha、収穫量34,700tと全国第2位の大産地を形成している(茨城県)。一方、消費者にとってレタスはサラダなどに利用される一般的な野菜であり、(独)農畜産業振興機構の契約指定野菜安定供給事業の中で指定品目になるなど、とくに

重要視されている(河野 勉, 2006)。

平成16年度の降雨被害は、台風22号が平成10月の総降水量に当たる164mmもの集中豪雨をもたらした。その水が引ききらないうちに台風23号の襲来を受けたために生じた。数十年に一度の災害であったが、本県ではこうした事態を重く受け止め、気象災害に強い産地づくりへの取り組みを始めた。一方、降雨被害は関東全域に及んだことから、試験研究機関においても、(独)野菜茶業研究所を主査とし、7つの機関からなる高度化事業の地方領域設定型研究「関東地域・露地野菜産地における降雨リスク軽減技術の確立」を立ち上げ、取り組みを開始した。

畑地の排水対策は降雨リスクを軽減する最も有効な手段であり、すでに一部の地域では基盤整備事業が効果をあげている。しかし、早急な生産の安定化を図るためには、降雨被害の発生要因を解析し、総合的な被害軽減技術を確立する必要がある。

そこで、著者らは(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター、茨城県農業総合センターの専門技術員室と坂東地域農業改良普及セン

ターの協力を得て、茨城県内のレタス産地における降雨被害の要因について調査、解析を行ったので、その結果を報告する。

II. 材料および方法

茨城県内で最も大きな降雨被害を受けたレタス産地の生産者10名、56圃場を対象にアンケートおよび聞き取り調査を行い、集中豪雨が収量や経営等に及ぼした影響および被害を助長させた要因について解析した。

解析では、降雨被害による減収率別に、100%減収を“甚”，99～70%減収を“多”，69～40%減収を“中”，39～1%減収を“少”，0%減収を“無”の5段階に区分し、被害程度別に要因を検討した。

III. 結果および考察

試験1 降雨被害地域における経営的被害の解析

1. 産地レベルでの経営的被害

降雨被害を受けた茨城県西地域の出荷組合の出荷状況を表1に示した。平成16年10月上旬～11月下旬の平均出荷量は、前年対比67%と少なく、とくに10月平均では前年対比56%と、著しく減少した。しかしながら、出荷量は11月から回復し、11月下旬には前年と同等にまで回復した。

一方、平均単価は10～11月平均で前年対比427%となり、とくに10月中旬～11月上旬は前年対比600%以上、その他の時期でも最低200%以上で推移するなど、市場での品薄を受け、高価格を維持した。11月でも高単価を維持した要因については、本県で

は11月以降には平年並の出荷量に回復したものの、関東近県のレタス産地では回復が遅れたことから、市場全体では品薄が続いたためと考えられる。

出荷量に平均単価を乗じた販売金額は、出荷量の減少以上に平均単価が向上したことから、10月上旬～11月下旬までの期間を通して、前年度の販売額を上回り、10～11月平均は前年比335%となり、産地全体では降雨による経営的被害は受けず、むしろ販売金額は増加した。

2. 農家レベルでの経営的被害

秋どりレタスを10a生産する際にかかる総費用（種苗費、肥料費、農薬費、諸材料費、光熱動力費、出荷諸材料費、労賃、減価償却費等の合計）は、概ね472千円/10aである（茨城県）。時期的な単価の変動はあるものの、減収率を前年比50%以下に抑え、収量を1,500kg/10a以上確保していた圃場では、概ね生産コストを回収していたと考えられる（表2）。

試験2 降雨被害地域における被害要因の解析

アンケートおよび聞き取り調査の結果から、降雨被害の定義を表3に示す2種類に大別した。水害は、圃場地表部での湛水・滞水や、地下部での高地下水位等が続き（図1）、地表からの排水後も地耐力の低下を引き起こし、農業機械の侵入が困難になるなど、作物の生理面以外にも、作業性の悪化、耕地の破壊などをもたらした。一方、湿害は圃場から排水がなされた後も土壌の過湿状態が続くことによって生じ、酸素欠乏に起因する作物の根腐れ症や病原菌の侵入など、主に作物の生理面に被害をもたらすことが明らかになった。

表1 平成16年度、県西地域の出荷組合の出荷量、平均単価および販売金額

		10月			11月			10～11月 平均
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
出荷量 (ケース数)	H16	18,556	32,986	33,201	29,609	25,083	15,267	25,783
	前年度	33,738	57,807	60,449	35,008	29,145	15,069	38,536
	(対比)	55	57	55	85	86	101	67
平均単価 (円/ケース)	H16	2,001	4,481	4,650	3,700	2,433	2,931	3,366
	前年度	903	590	632	605	792	1,209	789
	(対比)	222	759	736	612	307	242	427
販売金額 (千円)	H16	37,138	147,816	154,391	109,561	61,038	44,759	92,451
	前年度	30,487	34,145	38,286	21,197	23,083	18,220	27,570
	(対比)	122	433	403	517	264	246	335

表2 平成16年度、秋どり結球レタスの粗収益（千円）^z

	収量および粗収益（10a 当たり）										
	減収率（%）	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	収量（kg/10a）	3,000	2,700	2,400	2,100	1,800	1,500	1,200	900	600	300
10月上旬（200円/kg）		600	540	480	420 ^y	360	300	240	180	120 ^y	60
中旬（448円/kg）		1,344	1,210	1,075	941	806	672	538	403	268	134
下旬（465円/kg）		1,395	1,256	1,116	977	837	698	558	418	279	140
11月上旬（370円/kg）		1,110	999	888	777	666	555	444	333	222	111
中旬（291円/kg）		873	786	698	611	524	437	349	262	175	87
下旬（293円/kg）		879	791	703	615	527	440	352	264	176	88

^z 収量は秋どり結球レタスの収量3,000kg/10aを標準とし、粗収益は平成16年の販売単価に収量を乗じて試算

^y 表中の網掛けは3,000kg/10aのレタス生産に要する総費用472千円を下回る粗収益

表3 降雨被害の区分と具体的な事例および従来の主な対策

区分	具体的な事例	既存の主な対策
水害	<ul style="list-style-type: none"> ・頭上までの滞水が続き、植物体が枯死する ・一時的な冠水により、品質が低下する ・圃場の湛水により作業が出来ず、収穫適期を逃す ・定植直後の定植苗が流亡する ・水食により作土が流亡する ・土壌が流亡し、明渠が埋没する ・圃場の過湿により地耐力が低下し、農作業機械の運転が困難になる ・収穫物に汚泥が混入し、収量・品質が低下する 	基盤整備、暗渠の設置、排水溝の設置 耕盤破碎、高畝 水田転換畑の利用を避ける
湿害	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌中の溶存酸素欠乏に起因する根腐れ ・水分ストレスにより、収量・品質が低下する ・傷口から病害が侵入する 	（水害に対する対策に加えて） マルチ利用による病害抑止 殺菌剤の散布、耐湿性品種の利用



図1 大雨によるレタス圃場の湛水被害状況

降雨被害が多発した圃場の状況を表4に示した。最も大きな被害要因は、圃場が湛水した日数であった。“甚”と“多”では圃場が平均8.8日間湛水していたのに対し、“中”の圃場では4.8日、“少”の圃場では

3.0日と、被害度が高い圃場ほど、湛水の期間が長い傾向があった。また、“甚”と“多”の全ての圃場で、期間の長短はあるものの、湛水の被害を受けていた。

一方、被害度と冠水日数の間には明確な傾向は見

られず、作土流出の有無も不明瞭だった。また、“甚”の圃場では、冠水日数が平均0.5日と短くても、湛水期間が8.8日と長い場合は減収率が100%となってい

ることから、冠水よりも湛水日数が被害度に大きく影響したと考えられる。

表4 降雨によるレタスの減収率および圃場の状況^z

被害度	減収率 (%)	圃場数		冠水		湛水		作土の流出率 (%)
		(箇所)	調査圃場中占有率 (%)	日数 (日)	冠水率 (%)	日数 (日)	湛水率 (%)	
甚	100	7	12.5	0.5	66.7	8.8	100.0	0
多	99 ~ 70	29	51.8	2.9	80.0	8.8	100.0	60.0
中	69 ~ 40	13	23.2	2.3	66.7	4.8	85.7	12.5
少	39 ~ 1	6	10.7	2.0	75.0	3.0	50.0	33.3
無	0	1	1.8	0	0	0	0	0

^z 冠水率、湛水率、作土の流出率は、それぞれの被害度のうち何%の圃場で被害が発生したかを示す

降雨による減収、病害発生、品質低下および作業遅延の状況を表5に示した。病害の発生は“甚”～“少”のいずれの圃場でも同程度で、病害の発生が収量を減少させた直接の原因ではないと考えられる。

また、作業の遅延が収量の減少に及ぼす影響も認められなかった。平年の降雨状況であれば、地耐力の低下により、収穫機や動力噴霧機などの農作業機械が圃場内で運転できなくなる。これにより収穫や病害防除

の適期を逃し、結果として収量・品質の低下を招くことも多いと考えられる。

しかし、作業の遅延が収量に影響を及ぼすのは、より軽度な降雨時のみと考えられ、平成16年のような異常な降雨の場合は(図2)、冠水、湛水による作物の枯死が収量を減少させる直接の原因であり、作業遅延による影響より大きかったと推察される。

表5 降雨による減収、病害発生、品質低下および作業遅延の状況

被害度	平均減収率 (%)	病害発生率 (%)	品質低下率 (%)	作業遅延	
				日数 (日)	発生率 (%)
甚	100.0	80.0	100.0	— ^z	—
多	78.0	80.0	82.8	7.4	80.0
中	52.5	87.5	100.0	9.2	87.5
少	26.7	100.0	100.0	?	50.0
無	0	0	0	0	0

^z 被害度“甚”の圃場については、収穫が皆無だったため、作業遅延を評価していない

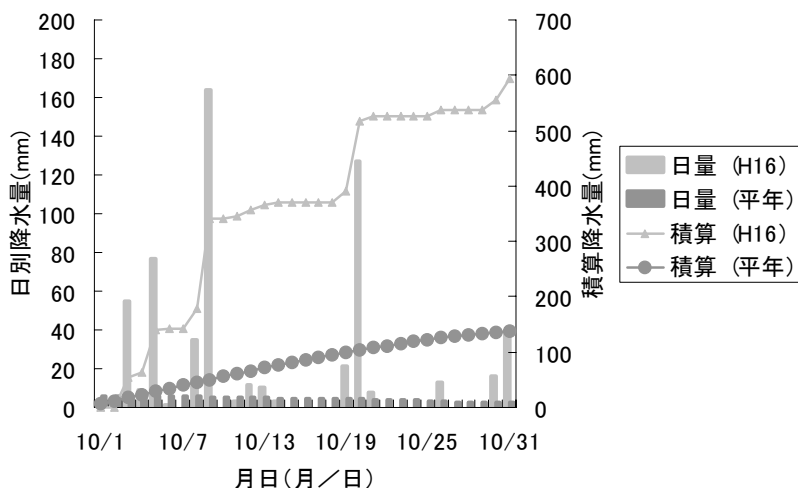


図2 平成16年の降水量(茨城県坂東市観測)

降雨被害に係る要因のうち、立地的・農業土木的な面から調査した結果を表6に示した。被害度“甚”～“中”の被害の圃場では、総合的な排水不良率の高い、排水不良な圃場が多かったが、被害度“少”の圃場で排水不良はなかった。

個別の要因についてみると、水田転作畑の利用率の高い圃場で、大きな被害を受けていた。これらのことから、畑地を利用することや排水対策を講じることにより、降雨被害を軽減できると考えられる。また、圃場の立地条件では、中央に窪みを有する皿状の圃場では被害が多発したが、平坦地および緩傾地での被害は軽い傾向が認められた。

一般に効果が高いとされる基盤整備、排水溝、暗渠の設置は、平成16年度には十分な効果が認められなかった。とくに基盤整備は被害度の高い圃場ほどその整備率が高かったが、これは降雨被害の大きい圃場で

基盤整備をしたものの、従来から排水が悪かったため効果が少なく、被害が少なかった圃場では、従来から排水が良かったため基盤整備の必要がなく、今回も被害が出なかった可能性がある。

また、被害が大きかった地域は、地下水位が高く、隣接する道路や圃場より位置が低いなど、単位時間当たりの排水能力が低い場合が多く、排水溝や暗渠を整備していても、降雨量が多いと容易に氾濫するなど、その役割を果たしていなかった。他にも、圃場より高い位置にある道路が大雨時に水路になって高所から水を運んでくる、水中ポンプで圃場から排水しても高所から水が戻ってくる、などの問題があることが明らかになった。これらのことから、圃場から排水しても、最終的な水の出口がない地域では、基盤整備等の効果も発揮されないため、排水先を整備する必要があると考えられる。

表6 降雨被害に係る立地的・農業土木的要因

被害度	総合的な排水不良率 (%)	基盤整備率 (%)	水田転換畑利用率 (%)	窪地圃場率 (%)	排水溝整備率 (%)	暗渠整備率 (%)
甚	57.1	66.6	14.3	14.3	57.1	0
多	55.7	51.8	3.4	10.3	82.1	3.6
中	53.8	33.3	9.1	7.7	57.1	8.3
少	0	16.7	0	33.3	50.0	0
無	0	0	100	0	0	0

表7 降雨被害に係る耕種的要因

被害度	耕盤形成率 (%)	堆肥施用率 (%)	深耕実施率 (%)	マルチ利用率 (%)	高畦率 (%)
甚	71.4	28.6	100.0	57.1	25.9
多	62.1	25.0	69.6	64.3	27.6
中	53.8	28.6	54.5	69.2	16.7
少	100.0	33.3	33.3	33.3	50.0
無	0	0	0	100	100

耕種的な改善により被害を軽減できる要因について調査した結果を表7に示した。プラソイラやサブソイラの利用により耕盤を破碎し、マルチングを行い、高畝にすることで被害を軽減できる傾向が見られた。土壌物理性を改善することにより、通気性と排水性の向上が期待される堆肥の施用は、排水には影響が少なく、また深耕ロータリによる耕耘は被害を助長する傾向があった。

IV. 摘要

- 平成16年度に関東全域で発生した降雨被害について調査した結果、収量の減少分を上回る単価の向上があったため、産地レベルでの経営被害は実際には生じていなかった。また、農家個々においては減収率を50%以下に抑えられれば、生産コストを回収することが可能であった。
- 降雨被害要因を解析した結果、減収の被害は圃場

が湛水していた期間が長いほど大きかった。被害を軽減するためには、①水田転換畑の利用を避ける、②高畝にする、ことが最も有効であった。

3. 一般的に有効とされる基盤整備、排水溝、暗渠の設置は、圃場の周辺に排水した水の逃げ場がない場合は効果がなかった。また、深耕は降雨被害を助長する傾向があった。

引用文献

茨城県農林水産部園芸流通課. 2006. 農業産出額.

平成 18 年茨城の園芸. 2 - 3.

茨城県農林水産部園芸流通課. 2006. 全国の生産状況と本県の順位 (H16). 平成 18 年茨城の園芸. 8 - 17.

河野勉. 2006. 各都県における業務用野菜生産の現状と今後の技術開発. 平成 18 年度関東東海北陸地域野菜研究会—業務需要等多様なニーズに対応した新たな野菜生産と技術開発—資料. 8 - 10.

茨城県結城地域農業改良普及センター. 2005. 秋レタスの経営調査.

露地ニラ栽培における肥効調節型肥料を利用した窒素減肥が収量、施肥窒素利用率、環境負荷軽減に及ぼす影響

石井 貴・河野 隆*

The Effect of Nitrogen Decrease Using Controlled-Release Fertilizer on Yield, Fertilizer Nitrogen Utilization Factor, and Lightness of the Environmental Load of Outdoor Chinese Chive Cultivation.

Takashi ISHII and Takashi KAWANO

Summary

With a 20% decrease in fertilizer in the groove basal fertilization using controlled-release fertilizer, biomass and nitrogen absorption in the first cultivated period (non-harvesting period) after planting were ensured using the standard fertilization quantity. However the utilization factor of fertilizer nitrogen was not improved. Also, the environmental loading was not reduced either. By the second and third year after the planting, the utilization factor of fertilizer nitrogen was improved further than the standard quantity fertilization by the top dressing between grooves using controlled-release fertilizer, and the yield was inferior a little.

キーワード：ニラ，窒素施用量，肥効調節型肥料，局所施肥，施肥窒素利用率，環境負荷

I. 緒言

作物の養分吸収量に対して過剰な量の施肥をしている野菜栽培地域では、吸収されずに残った成分（硝酸態窒素等）が降雨等により溶脱し、地下水汚染が懸念されている（西尾，1997；小川，2000；八横ら，2003）。

ニラは、2004年度、収穫量全国第3位を占める茨城県の重要品目である（茨城県，2006）が、有機物、特に鶏糞堆肥や化学肥料を比較的多く投入する傾向にあり（沼田ら，1992；茨城県農業改良協会，2001）、作物の養分吸収量に対して過剰な量の施肥となっている（石井・河野，未発表）。ハウスニラでは、特に石灰やリン酸の負荷が大きい、窒素についても定植1年目の株養成期間の窒素利用率が悪いという実態がみられる（井澤・田内，1996；石井・河野，未発表）。

一方、ハウスニラにおいて、肥効調節型肥料を用いると株養成期間の窒素施用量を基準施肥の1/2にしても基準施肥と同等の生育が得られるという報告（井澤・

田内，1996）がある。また、同じユリ科ネギ属のネギでは、肥効調節型肥料を用いて、さらに局所施肥すると、施肥窒素利用率が向上し、慣行施肥よりも窒素を減肥できるとの報告（田中・小山田，2000；西畑・松本，2000；今野ら，2001）がある。

そこで、ハウス栽培よりも環境負荷が懸念される露地ニラにおいて、肥効調節型肥料を用いて、さらにネギと同様の局所施肥も組み合わせることによって、環境負荷の軽減について検討した。

II. 材料および方法

2002～2004年に、1990年に林地を開墾し、その後数年に1回程度しか野菜を栽培していなかった所内の露地圃場（9 m²/区：表層腐植質黒ボク土）において、まず作付前に施肥基準（茨城県野菜栽培基準，2004）どおりに堆肥（もみがら鶏糞堆肥，表5）を4t/10a施用した条件の基で、肥効調節型肥料の溝施肥と追肥（条間）による毎年窒素2割減肥（以下2割減区）

* 現茨城県農業総合センター山間地帯特産指導所

を検討した。栽培概要は表1のとおりで、試験区は2反復である。

表1 所内露地ニラの栽培概要

試験区名	定植1年目 (2002年)							
	堆肥 5/9	基肥 5/23	基肥・定植 5/24	土寄せ 6/14	追肥 9/11	追肥 10/11	葉枯 11/下	
2割減	N72.1		N12.0溝					
基準量	N72.1	N9.0全面			N3.0条間	N3.0条間		
2倍量	N72.1	N18.0全面			N6.0条間	N6.0条間		
化成のみ		N9.0全面			N3.0条間	N3.0条間		
無窒素								
試験区名	定植2年目 (2003年)							
	追肥 6/16	花刈	刈捨 7/23,28	収穫 8/12,19,20	収穫 9/1,2,11	追肥 9/17	追肥 10/7	葉枯 11/下
2割減	N9.6条間							
基準量	N6.0条間					N3.0条間	N3.0条間	
2倍量	N12.0条間					N6.0条間	N6.0条間	
化成のみ	N6.0条間					N3.0条間	N3.0条間	
無窒素								
試験区名	定植3年目 (2004年)					化成施肥 窒素合計 (kg/10a)	全施用 窒素合計 (kg/10a)	
	収穫 4/22-5/7	追肥 6/11	花刈	刈捨 7/22,28	収穫 8/25,26,9/6,7			
2割減		N4.8条間				N26.4	N98.5	
基準量		N6.0条間				N33.0	N105.1	
2倍量		N12.0条間				N66.0	N138.2	
化成のみ		N6.0条間				N33.0	N33.1	
無窒素						N0.0	N0.0	

注) 品種はパワフルグリーンベルト。栽植密度は5911株/10a(条間50cm×株間30cm)。肥料の種類と施肥法は、II.材料および方法を参照。溝・全面・条間は施肥位置を示す。2割減区の溝施肥は、幅15cm、深さ10cm程度の定植溝にのみ施肥した。追肥の数字は10a当たりの窒素分(kg)を示す。堆肥の種類はもみがら鶏糞で、10a当たりの窒素分{(kg)(施用量は4t/10a)}を示す。定植1,2年目の葉枯は、11月下旬の霜によって地上部が枯死したことを示す。

肥効調節型肥料の種類は、表1の施肥時期・収穫時期と所内露地深さ5cmの地温データ(表2)を基にした窒素溶出予測を参考にして、定植1年目では被覆燐硝安加里リニア型180日タイプ、定植2年目では被覆燐硝安加里リニア型70日タイプとリニア型140日タイプを1:1に混合したものを用了。

2割減区の施肥法と施肥量は、定植1年目では被覆燐硝安加里リニア型180日タイプを深さ10cmの定植溝に溝施肥し、定植2年目では被覆燐硝安加里リニア型70日タイプとリニア型140日タイプを1:1に混合したものを条間に追肥し、定植3年目では速効性の高度化成を条間に追肥した。いずれの年も野菜栽培基準の施肥基準量施肥区(以下基準量区)の2割減の窒素量を施肥した。

基準量区の肥料の種類と施肥法は、定植1年目の

基肥では、定植溝を作る前に速効性の高度化成を全面全層に施肥し、定植2~3年目の6月の追肥では速効性の高度化成を条間に施肥し、9~10月の追肥ではNK化成を条間に施肥した。

その他、施肥法は基準量区と同様とし、化学肥料を基準量施肥した上でさらに硫酸を加えて窒素のみ基準量区の2倍量を施肥した区(以下2倍量区:慣行施肥量に近い窒素施用量)も設けた。

また、化学肥料のみの効果を明らかにするために、鶏糞堆肥無施用で化学肥料を基準量施用した区(以下化成のみ区)を設けた。さらに、無窒素区を設けた。

なお、いずれの区もP₂O₅は毎年10kg/10a施用、K₂Oは定植1年目15kg/10a、2年目12kg/10a、3年目6kg/10a施用になるように過燐酸石灰、珪酸加里で補正した。

表2 肥効調節型肥料の窒素溶出予測に用いた旬別地温 (2001年度)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
上旬	12.4	16.4	22.5	27.1	27.0	24.8	20.9	15.0	7.5	4.1	5.8	9.5
中旬	16.3	20.0	22.2	28.7	26.5	25.2	19.7	11.2	6.5	5.5	5.3	11.3
下旬	15.6	21.0	24.0	28.2	26.2	21.2	17.3	9.7	6.1	6.1	8.0	11.2

注) 園研所内露地深さ5cmの地温。
10,12月のみ2000年度の地温を用いた。

表3 もみがら鶏糞堆肥の成分

含水率 (%)	pH (KCl)	T-C (乾物%)	T-N	C/N比	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO (乾物%)	MgO
32.8	6.73	29.8	2.7	11.1	5.9	3.2	25.3	1.4

注) 原材料は、採卵鶏糞ともみがらで体積比4:6。堆積期間は約6ヶ月。

[肥効調節型肥料の窒素溶出量]

2割減区では、肥効調節型肥料の無機態窒素溶出量を測定するため、施肥時にポリエチレン製メッシュ袋(網目1.7mm×1.7mm)に肥効調節型肥料5gと2mmのふるいでふるった圃場の土150gを詰めて、栽培圃場端に埋設した。埋設する深さは、実際に施肥するときの深さに合わせて、定植1年目では地下10cm、定植2年目ではメッシュ袋の表面が隠れる程度の浅い位置(深さ約2cm)とした。定植1年目は1ヶ月おきに、定植2年目は70日タイプでは毎月、140日タイプは1ヶ月おきに掘り出して肥料のみを取り出し、(株)チッソ旭に分析を依頼して肥効調節型肥料の窒素溶出量を算出した。

[生育と収量]

定植2年目、3年目にそれぞれ2回ずつ、基準区の葉長が40cmを超えたら10株/区を一齐に収穫した。枯れた葉を除いて、収穫葉の重量を測定した。刈捨てる養成株や花芽についても10株/区を一齐に採取し、重量を測定した。

[窒素吸収量と施肥窒素利用率]

窒素吸収量は、作物体内T-N含量を測定して求めた。まず、生の作物体重量を測定後、風乾し、さらに70℃で数日間乾燥させた後、重量を測定して含水率を求めた。その乾燥試料をミキサーで粉碎して粉末にした。T-N含量は、サリチル硫酸分解法(=ガンニング変法、作物分析法委員会、1975)で測定した。化学肥料由来施肥窒素利用率は、試験区の窒素吸収量から無窒素区の吸収量を差し引き、さらに鶏糞由来窒素の吸収量を差し引き、試験区の窒素施用量で除して求めた。

作物体試料は、定植1年目(2002年)では定植時

の苗、株養成終了時に、定植2年目(2003年)では1~2回目収穫時、花芽刈り払い時、株養成終了時に、定植3年目(2004年)では3~4回目収穫時、花芽刈り払い時、株養成終了時に根を除いた茎葉を採取した。

[作物体内NO₃⁻濃度]

生の試料と蒸留水を1:5の割合に混合し、ミキサーで1分間混合し、12000rpmで30分間遠心分離した後、ろ液をイオンクロマトグラフにかけて測定した。

[土壌中NO₃-N含量と土壌溶液中NO₃-N濃度の推移]

土壌・作物栄養診断マニュアル(茨城県、1997)に基づき、作土層から水抽出し、NO₃-N含量をイオンクロマトグラフ(日本土壤協会、2001)で測定した。土壌試料は、定植1年目では定植前、追肥前、株養成終了時に、定植2~3年目では追肥施肥前、株養成終了時に作土層(深さ0-15cm)を採土した。

土壌溶液中NO₃-N濃度は、定植条の株間深さ50cmに土壌溶液採取器(商品名:ミズツール)を設置して土壌溶液を1ヶ月に1回採取し、イオンクロマトグラフで測定した。

Ⅲ. 結 果

1. 肥効調節型肥料の窒素溶出量

定植1年目株養成期間の被覆燐硝安加里リニア型180日タイプの窒素溶出は、定植2ヶ月後ではやや少なかったが、その後増加し、最終的に3月24日までに87.8%と予測よりも8%程多く溶出していた(図1)。収穫期に入った定植2年目の被覆燐硝安加里リニア型70日タイプと140日タイプの窒素溶出は、70日タイプでは株養成期間の施肥後1ヶ月で48%と急速に溶

出し、収穫時期の終わる施肥後3ヶ月までで92%とほぼ完全に溶出した。140日タイプでは、施肥後4ヶ月まで約0.8kg/10a/月とほぼ一定の溶出で、そのと

きまでに82%溶出していた。施肥後4~5ヶ月では、70日タイプ, 140日タイプとも少ない溶出であった(図2)。

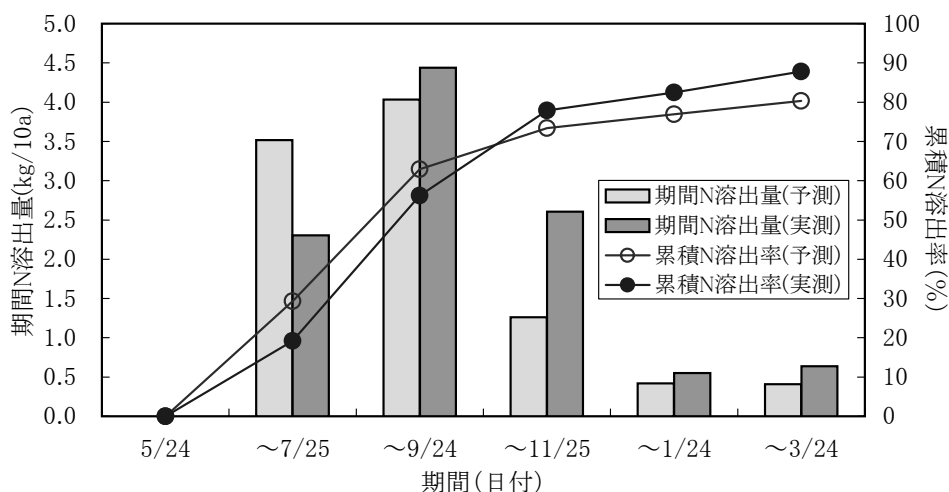


図1 定植1年目(2002年度)における被覆燐硝安加里リニア型180日(深さ10cm埋設)の期間窒素溶出量および累積窒素溶出率の予測値と実測値の関係

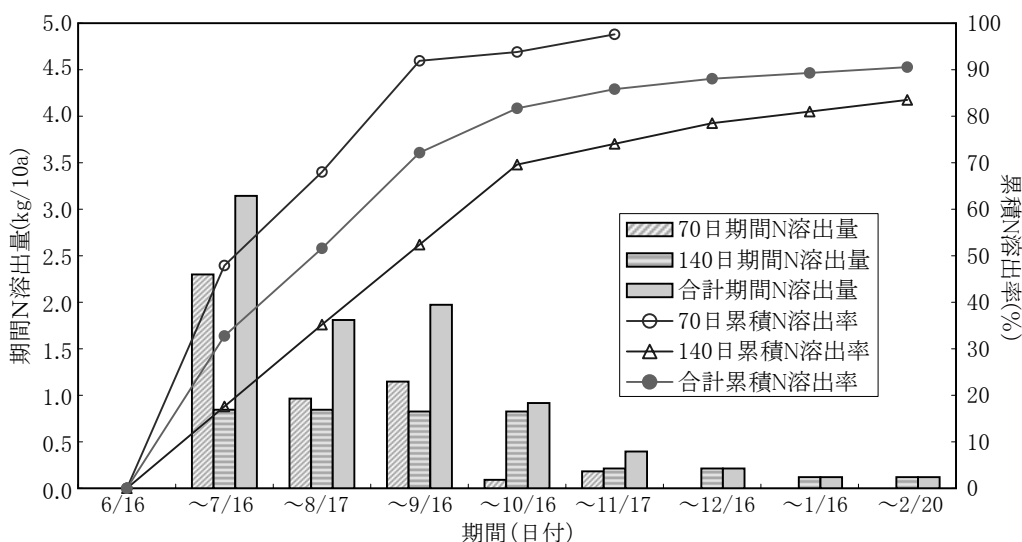


図2 定植2年目(2003年度)における被覆燐硝安加里リニア型70日と140日(深さ約2cm)の期間窒素溶出量と累積窒素溶出率の推移
*140日は1ヶ月おきのN溶出量を2で割り、1ヶ月毎の数値とした

2. 生育と収量

2割減区の株重と収量は、定植1年目から2年目の収穫までは基準量区と同等であったが、定植2年目

後半の株養成期間から定植3年目は基準量区より劣った。3年間合計では、基準量区よりも収量および地上部全重(収量と養成株重等の合計)ともに約1割減少

した。一方、2倍量区では、定植1年目から基準量区よりも株重が約1割増加し、定植3年目では基準量区よりも収量、株重ともに2割以上増加し、3年間合計で基準量区よりも収量で35%、地上部全重で25%も増加した。その他、化成のみ区では、定植1年目

で基準量区よりも2割程度株重が減少し、3年間合計で収量は4割減、地上部全重で3割減となった。また、無窒素区では、定植1年目で基準量区よりも45%少ない株重となり、3年間合計で収量は約8割、地上部全重で約7割少なかった(表4)。

表4 窒素施用量の違いと収量および養成株重との関係

試験区名	収穫物および養成株重 (kg/10a)											
	定植1年目(2002)				定植2年目(2003)							
	養成株		花芽		養成株		収穫1		収穫2		養成株	
2割減	1413	(103)	680	(102)	4553	(95)	1404	(91)	1340	(109)	512	(74)
基準量	1373	(100)	671	(100)	4772	(100)	1543	(100)	1225	(100)	693	(100)
2倍量	1518	(111)	930	(139)	5261	(110)	1805	(117)	1591	(130)	728	(105)
化成のみ	1126	(82)	741	(110)	3304	(69)	857	(56)	609	(50)	419	(60)
無窒素	758	(55)	389	(58)	1410	(30)	92	(6)	240	(20)	134	(19)

試験区名	収穫物および養成株重 (kg/10a)											
	定植3年目(2004)					収量合計		地上部合計				
	収穫3		養成株		花芽	収穫4						
2割減	1385	(70)	1147	(82)	57	(83)	907	(87)	5037	(87)	13398	(91)
基準量	1974	(100)	1405	(100)	68	(100)	1047	(100)	5789	(100)	14770	(100)
2倍量	2387	(121)	2081	(148)	103	(151)	2026	(193)	7809	(135)	18430	(125)
化成のみ	1458	(74)	1141	(81)	138	(202)	573	(55)	3496	(60)	10366	(70)
無窒素	476	(24)	491	(35)	57	(83)	295	(28)	1103	(19)	4342	(29)

注) () 内数字は基準量区を100としたときの試験区の対比值。
 収穫物は調製後の量である。調製時に廃棄される量はごくわずかであるため無視した。

3. 窒素吸収量と施肥窒素利用率

窒素吸収量をみると、2割減区では基準量区と定植1年目で同等で、3年間合計でも基準量区とほぼ同等であった。一方、2倍量区では定植1年目で基準量区よりも0.9kg/10a多く、その後も増え、3年間合計で17.4kg/10a多くなった。2割減区と基準量区では、化学肥料の施肥窒素量よりもそれぞれ19、10kg/10aも窒素吸収量が多かった。2倍量区では、化学肥料の施肥窒素量よりも6kg/10a程度窒素吸収量が少ないだけだった。その他、化成のみ区では、定植1年目

で基準量区よりも1.1kg/10a少なく、3年間合計では19.2kg/10a少なくなった。また、無窒素区では、定植1年目で基準量区よりも4.4kg/10a少なくなり、3年間合計では23.6kg/10a少なくなった(表5)。その結果、化学肥料由来の施肥窒素利用率は、2割減区で定植1年目は基準量区と同等であったが、定植2年目以降は施肥量が少ないため基準量区よりも高くなった。2倍量区では、定植2年目までは基準量区とほぼ同等であったが、3年間合計では、定植3年目の窒素吸収量が多かったため高くなった(表6)。

表5 窒素施用量の違いと窒素吸収量との関係

試験区名	窒素吸収量 (kg/10a)														
	定植1年目(2002)		定植2年目(2003)					定植3年目(2004)				合計			
	株養成		株養成		花芽	収穫1		収穫2		株養成			収穫3		花芽
2割減	5.4	(98)	17.3	1.9	4.4	4.2	1.5	4.3	0.2	2.7	3.3	45.4	(106)		
基準量	5.5	(100)	11.1	2.1	4.8	3.9	2.2	5.9	0.3	3.5	3.5	42.8	(100)		
2倍量	6.4	(116)	15.1	2.7	5.9	5.4	2.7	7.7	0.5	7.6	6.3	60.2	(141)		
化成のみ	4.4	(81)	6.9	2.0	2.6	2.0	1.4	4.3	0.5	2.9	2.1	23.6	(55)		
無窒素	2.6	(48)	3.2	1.0	0.7	1.1	0.3	1.6	0.2	2.2	1.4	14.3	(33)		
(参考:鶏糞由来)	1.1		4.2	0.1	2.3	2.0	0.9	1.6	0.0	0.5	1.4	19.2			

注) 1年目と合計の () 内数字は基準量区を100としたときの試験区の対比值。
 (参考:鶏糞由来) は、基準量区-鶏糞0t区の数値で、鶏糞由来窒素の吸収量を示す。

表6 窒素施用量の違いと化成由来施肥窒素利用率との関係

試験区名	化成由来施肥窒素利用率 (%)		
	定植1年目まで	定植2年目まで	3年間合計
2割減	14.3	71.9	44.8
基準量	12.2	38.8	28.2
2倍量	9.0	35.1	40.4
化成のみ	12.2	38.8	28.2
無窒素			

注) 化成由来施肥窒素利用率 (%) =
$$\frac{[\text{試験区の窒素吸収量} - \text{無窒素区の窒素吸収量} - (\text{※基準量区の窒素吸収量} - \text{化成のみ区の窒素吸収量})]}{\text{試験区の窒素施用量}} \times 100$$

※基準量区の窒素吸収量 - 鶏糞 0t 区の窒素吸収量 = 鶏糞 4t/10a 由来の窒素吸収量

4. 作物体内 NO₃⁻ 濃度

2年間の作物体内 NO₃⁻ の平均濃度は、基準量区と比較して、2割減区で 1.41 倍、2倍量区で 2.07 倍の

濃度であったが、いずれも 1500mg/kgF.W. 以下であった。ただ、定植3年目はいずれの区においても数十 mg/kgF.W. と低い濃度で差はみられなかった (表7)。

表7 収穫葉における作物体内 NO₃⁻ 濃度 (mg/kgF.W.) の推移

試験区名	定植2年目 (2003)		定植3年目 (2004)		平均
	収穫1	収穫2	収穫3	収穫4	
2割減	893	762	33	45	433 (141)
基準量	756	403	21	47	307 (100)
2倍量	1423	1041	19	55	634 (207)
化成のみ	67	75	26	49	54 (18)
無窒素	25	111	22	65	56 (18)

注) 平均の () 内数字は基準量区を 100 としたときの試験区の対比值。

5. 土壌中 NO₃-N 含量と土壌溶液中 NO₃-N 濃度の推移

作土層 (深さ 0 - 15cm) 中 NO₃-N 含量と深さ 50cm の土壌溶液中 NO₃-N 濃度の推移をみると、定植1年目では、2割減区で定植溝の作土層中 NO₃-N 含量と土壌溶液中 NO₃-N 濃度が基準量区よりも高く、

2倍量区で歩きの作土層中 NO₃-N 含量と土壌溶液中 NO₃-N 濃度が基準量区よりも高かった。定植2年目以降になると、いずれの区も作土層中 NO₃-N 含量がほぼ 5mg/100g 風乾土以下、土壌溶液中 NO₃-N 濃度が 5mg/l 以下と低い濃度で推移した (表8, 9)。

表8 土壌中 NO₃-N 含量 (mg/100g 風乾土: 深さ 0 - 15cm) の推移

試験区名	採取位置	定植1年目 (2002)			定植2年目 (2003)			定植3年目 (2004)	
		作付前	9/11	11/13	6/11	9/16	11/13	6/9	11/9
2割減	定植条	1.8	29.3	25.3	7.2	3.7	0.4	3.2	0.4
	条間	1.8	7.3	0.8	3.7	2.0	0.3	3.3	0.4
基準量	定植条	1.8	5.6	1.5	3.2	1.7	0.1	3.9	0.2
	条間	1.8	—	1.8	3.3	1.5	0.3	3.7	0.5
2倍量	定植条	1.8	2.2	3.2	2.3	1.7	0.4	3.1	0.1
	条間	1.8	—	7.9	2.5	3.0	0.4	2.2	6.2
化成のみ	定植条	1.8	1.1	0.8	2.2	0.3	0.0	2.9	0.2
	条間	1.8	—	1.9	3.4	0.5	0.1	1.9	0.0
無窒素	定植条	1.8	1.7	0.2	2.1	0.7	0.3	2.7	0.1
	条間	1.8	—	0.2	2.0	0.7	0.2	3.4	0.3

注) —は未調査。

表9 土壤溶液中の年間平均 NO₃-N 濃度 (ppm) の推移

試験区名	定植1年目 (2002)	定植2年目 (2003)	定植3年目 (2004)
2割減	138	3	1
基準量	90	3	1
2倍量	131	4	3
化成のみ	20	0	0
無窒素	5	0	0

注) 土壤溶液は定植条の深さ 50cm で毎月 1 回採水した。

IV. 考 察

環境負荷がハウス栽培よりもより大きいと考えられる露地ニラにおいて、肥効調節型肥料(被覆燐硝安加里)を利用して、まだ根が定植条よりも横に広がらない定植1年目は溝施肥(基肥)し、根が圃場全面に広がってくる定植2年目には条間施肥(追肥)することで減肥するという効率的な施肥法を検討した。その結果、定植1年目の株養成から定植2年目の収穫期までは基準量区と同等の生育、収量が確保できた。これは、埋設した肥効調節型肥料の溶出が、定植1年目はほぼ予測どおりで、窒素吸収量も 5.4kg/10a と肥効調節型肥料による施肥窒素の 12.0kg/10a よりも少なく、また定植2年目の収穫期までは鶏糞からの無機態窒素の供給(表5の基準量区-鶏糞0t区=8.4kg/10a)や前年の肥効調節型肥料の残存分があったこと(表8の1年目11月13日の25.3mg/100g乾土)と70日タイプの溶出(図2)が早かったことにより、生育、収量に必要なNが確保されたからと考えられた。しかし、定植2年目最後の株養成以降定植3年目では基準量区よりも生育、収量が劣った。これは、窒素吸収量をみてみると、定植2年目の葉茎の窒素吸収量は2回目の収穫期までにすでに27.8kg/10aと肥効調節型肥料による窒素施肥量9.6kg/10aを大きく上回っており、定植3年目は窒素吸収量が10.5kg/10aあるのに対して施肥N量は4.8kg/10aと少なかったためである。また、鶏糞からの無機態窒素供給量も定植2年目の株養成期以降は減少(表5の2年目株養成以降の基準量区-鶏糞0t区=4.2kg/10a)し、窒素供給量が絶対的に不足したためと考えられた。

肥効調節型肥料を利用した2割減区の化成由来施肥窒素利用率は、定植1年目では基準量区に対して変わらなかった。これは、葉茎の窒素吸収量が5.4kg/10aと少なかったのに対し、窒素施肥量が12kg/10aと多い上に、もとの土壌からのN供給が2.6kg/10a(表5の無窒素区の1年目)、鶏糞堆肥からの供給も

1.0kg/10a(表5の1年目の基準量区-鶏糞0t区)あったため、肥効調節型肥料の2割減肥の影響があまり出なかったためと考えられた。しかし、定植2年目までの、さらに定植3年目までの2割減区の化成由来窒素利用率は基準量区の2倍程度に上昇した。これは、葉茎の窒素吸収量が定植1年目よりも多くなったが、基準量区と変わらなかったため、2割減肥の影響が大きく出たためと考えられた。

肥効調節型肥料を用いた溝施肥による2割減肥によって、生育は同等で定植1年目の環境負荷を軽減できると想定していたが、葉茎の窒素吸収量が少なく、溝施肥によって定植条の肥料の密度も高まり、定植条部分の作土層中NO₃-N含量や深さ50cmの土壤溶液中NO₃-N濃度は、基準量区よりも高くなった。田中・小山田は、ネギにおいて、肥効調節型肥料を全量基肥溝施肥すると、施肥窒素利用率が10~40%向上し4~6割減肥できると報告していることから、ニラの定植1年目についても溝施肥の場合は4~6割と大きく減肥(6~9kg/10a)しないと施肥窒素利用率が向上せず、環境負荷の軽減にもつながらないと考えられた。実際に定植1年目の作物の窒素吸収量は、最も多かった2倍量区でも6.4kg/10a程度であるので、鶏糞からの供給1.1kg/10aを考慮すると、肥効調節型肥料の溝施肥による4~6割減肥の可能性は高いと考えられる。

最後に、作物の窒素吸収量や鶏糞堆肥からの実際に作物に吸収される窒素供給量に基づく環境負荷の極力少ない必要最低限の窒素施肥量を考える。露地ニラでは、標準収量は8,000kg/10aとされており、それに最も近かった2倍量区(収量7,809kg/10a)の窒素吸収量は60.2kg/10aであった。しかし、60.2kg/10a中鶏糞堆肥由来の窒素吸収量が19.2kg/10aあるため(表5)、鶏糞堆肥を4t/10a投入した場合は、60.2-19.2=41.0kg/10aが最低限必要な窒素施肥量と本試験結果からは想定される。しかし、実際問題として、露地栽培の場合は、雨水による窒素の溶脱分も多少考慮しな

くではない。ところで、この2倍量区の窒素施用量は66.0kg/10aであった。2倍量区では、定植2～3年目の深さ50cm土壌溶液中NO₃-N濃度は低く問題ないが、定植1年目のNO₃-N濃度は高く、作物に吸収されず下層に溶脱している窒素が多いと考えられる。この定植1年目の葉茎の窒素吸収量6.4kg/10aに対して窒素施用量は30.0kg/10aと非常に多く、非効率である。前述のとおり、肥効調節型肥料の溝施肥を用いれば4～6割減肥できる可能性が高いため、仮に4割減肥できたとして9kg/10aとすると、30.0 - 9.0 = 21.0kg/10a減肥できる。66.0kg/10aからこの定植1年目の無駄な窒素施用分21.0kg/10aを引くと、総窒素施用量は45.0kg/10aまで削減できると考えられる。鶏糞堆肥を4t/10a投入した露地栽培では、この45.0kg/10a程度が、雨水による多少の窒素溶脱を考慮した場合の必要最低限の総窒素施用量と考えられる。これは、ハウスニラの施肥基準（茨城県野菜栽培基準：茨城県農業総合センター，2004）とほぼ一致する。なお、茨城県野菜栽培基準の露地ニラの施肥基準は33kg/10aと少ない。現地で長年比較的多量の堆肥施用された圃場では数年問題無いかもかもしれないが、8,000kg/10aの収量を上げ続けていくと、圃場に対する窒素の投入量よりも持ち出す量の方が多いため、徐々に土壌中窒素が減少する。鶏糞堆肥4t/10a + 化成施用量33kg/10aで数年作付けし、収量が減少するようであれば、化成施用量を45kg/10a程度に修正していく必要があると考えられる。

V. 摘要

肥効調節型肥料の溝基肥施肥の2割減肥により、1年目株養成期間の生育量・窒素吸収量は基準量施肥区並に確保されたが、化成由来施肥窒素利用率は向上しなかった。また、環境負荷も軽減されなかった。

定植2年目以降3年目まで、肥効調節型肥料の溝基肥施肥と条間追肥により、化成由来施肥窒素利用率は基準量施肥区よりも向上したが、収量がやや劣った。

謝辞 本試験の遂行にあたり、水戸地域農業改良普及センターの高吉健一専門員、友常年江専門員（現：稲敷地域農業改良普及センター）には大変お世話にな

りました。また、(株)チッソ旭の小林広行氏には、被覆肥料の溶出シミュレーション・窒素溶出量の測定で大変お世話になりました。ここに心より感謝申し上げます。

引用文献

- 茨城県農業改良協会. 2001. いばらきの野菜. p.114-116.
- 茨城県農業総合センター. 2004. 野菜栽培基準. p.79-82.
- 茨城県農林水産部園芸流通課. 2006. 茨城の園芸. p.14.
- 茨城県農林水産部農業技術課. 1997. 土壌・作物栄養診断マニュアル. p.14-17.
- 井澤久美・田内俊一. 1996. ハウスニラの株養成期間における効率的窒素施肥法. 高知農技セ研報5: 19-25.
- (財)日本土壌協会. 2001. 土壌, 水質及び植物体分析法. p.194-197.
- 今野陽一・熊谷勝巳・冨樫政博・黒田 潤・上野正夫. 2001. 肥効調節型肥料を利用したネギの全量基肥局所施肥栽培. 山形農試研報35: 37-43.
- 西畑秀次・松本美枝子. 2000. ネギの生育に合わせた肥効調節型肥料による窒素供給. 園学雑69別2: 398.
- 西尾道徳. 1997. 有機栽培の基礎知識. p.20-24. (社)農山漁村文化協会.
- 沼田光夫・中村孝志・榎本 優. 1992. ニラのハウス栽培における施肥法及び栽培法の改善に関する研究. 福島農研報31: 9-20.
- 小川吉雄. 2000. 地下水の硝酸汚染と農法転換. p.24-27, 172-176. (社)農山漁村文化協会.
- 作物分析法委員会. 1975. 栄養診断のための栽培植物分析測定法. p.61, 67-69.
- 田中有子・小山田勉. 2000. セル成型苗利用による秋冬穫りネギの肥効調節型肥料を用いた全量基肥溝施肥法. 茨城農総セ園研報8: 19-26.
- 八槇 敦・斉藤研二・安西徹郎. 2003. 千葉県における農地に関する窒素収支. 千葉農総研報2: 69-77.

ハウスニラ栽培における減肥試験とその養分収支

石井 貴・河野 隆*

Decreased Manure and Fertilizer Test and the Nutrient Incomings and Outgoings in Plastic Green-house for Chinese Chive Cultivation.

Takashi ISHII and Takashi KAWANO

Summary

A decreased manure and fertilizer test was carried out in an on-site plastic green-house for Chinese chive cultivation in which manure had been used continuously for a long time, and the nutrient incomings and outgoings were investigated. Though the yield from the practice of fertilization cultivation was ensured even with a 75% decrease in fertilizer without using manure, the reason was not clear. In an on-site plastic green-house, the efficiency of nitrogen utilization in the first cultivated period (non-harvesting period) after planting was low. The quantity of nutrient absorption was high for K_2O , N, CaO, P_2O_5 and MgO, in that order. In particular there was more application of CaO and P_2O_5 than the amount of nutrient absorption quantity, and the load on the soil was large. CaO and K_2O might have fallen from the plowed layer to the subsoil.

キーワード：ニラ, 減肥, 養分収支, 鶏糞堆肥, 環境負荷

I. 緒言

野菜栽培が盛んな地域では、堆肥等の有機物や化学肥料が過剰に畑に投入され、吸収されずに残った成分（硝酸態窒素等）が降雨等により溶脱し、地下水汚染が懸念されている（西尾，1997；小川，2000）。その理由は、作物の養分吸収量に対して過剰な施肥を行うためである（小川，2000；八槇ら，2003）。

ニラは、2004年度、作付面積170ha、収穫量5,270tで、それぞれ全国第6位、全国第3位を占める茨城県の重要品目である（茨城県，2006）。そのニラは、他の作物と比較して栽培期間が長いため、有機物、特に鶏糞堆肥や化学肥料を比較的多く投入する傾向にある（沼田ら，1992；茨城県農業改良協会，2001）。施肥基準（茨城県野菜栽培基準，2004）はあるが、特に現地ハウス栽培の養分収支の実態についての資料は少ないため、必要な施肥量に対する科学的根拠が不足している。

そこで、長年比較的多量の堆肥を施用してきた現地ニラ栽培ハウスにおいて、堆肥無施用+化学肥料減肥区と慣行施肥区（堆肥施用有り）の養分収支について調査し、今後の施肥量設定あるいは施肥指導の基礎資料とする。

II. 材料および方法

2002～2003年に、ニラ栽培が盛んで、比較的多量の鶏糞堆肥が過去に施用されてきた小川町野田（現：小美玉市）のパイプハウス（表層腐植質黒ボク土）において、減肥試験を行い、その養分収支と土壤養分等を調査した。

[試験区]

減肥区は、堆肥を無施用とし、土壤改良資材を土壤診断に基づいた成分・量施用した。化学肥料を慣行区の50%減とした。慣行区は、堆肥、土壤改良資材、化学肥料とも農家慣行施用とした。

* 現茨城県農業総合センター山間地帯特産指導所

減肥区と慣行区は、栽培履歴が同様の隣り合ったハウスを利用し、それぞれの試験区面積は 143 m² と 286 m² で、反復は設けなかった。

[栽培、施肥概要]

表 1 のように、慣行区では、ビニルを展張してない状態のパイプハウスに鶏糞堆肥 10t と土壌改良資材を施用後、定植溝を掘って 6 月 20 日に定植し、化成で 6 月と 9 月に追肥して土寄せを行い、株を養成した。霜で地上部が枯死した後、1 月に化成を追肥後、2 月

26 日から 6 月 20 日頃までビニルを展張して保温した。3～7 月までに 4 回葉を収穫した後、夏場は露地状態で株養成し、花刈りや追肥を行った後、9 月 25 日に地上部を刈捨てし、ビニルを展張して 10 月に追肥した後、11 月に 5 回目の収穫を行って栽培を終了した。

減肥区も栽培概要は慣行区と同じであるが、施肥は(試験区)のとおり慣行区よりも削減した。

なお、慣行区で堆肥として使用した自家製鶏糞堆肥の成分含量は表 2 のとおりである。

表 1 現地ハウスニラ減肥試験の栽培概要

試験区名	1 年目 (2002 年)						2 年目 (2003 年)									
	露地 (株養成)						露地	ハウス			露地	露地 (株養成)		ハウス		
	堆肥 4/10	土改材 4/22	定植 6/20	追肥① 6/26	追肥② 9/11	葉枯	追肥③ 1/26	収穫 3/27	収穫 4/24	収穫 5/20	収穫 7/1	花刈	追肥④ 9/1	刈り捨て 9/25	追肥⑤ 10/12	収穫 11/4
減肥	なし	Mg		なし	なし		N16.8						N15.7		なし	
慣行	N85.5	P-Ca-Mg		N15.0	N31.5		N16.8						N15.7			N14.7

注) 品種はスーパーグリーンベルト。栽植密度は 6643 株/10a (条間 49cm × 株間 26cm)。追肥の数字は 10a 当たりの窒素分 (kg) を示す。追肥①は硝酸燐加安、追肥②は硫加燐安、追肥③は複合燐加安、追肥④は高度化成、追肥⑤は硝酸石灰を使用。堆肥の種類は鶏糞バークで、10a 当たりの窒素分 {(kg) (施用量は 10t/10a)} を示す。減肥区の土改材は硫マグ 40kg/10a を施用、慣行区の土改材は苦土石灰 400kg/10a とようりん 150kg/10a を施用。1 年目の露地 (株養成) の葉枯は、11 月下旬に霜によって地上部が枯死したことを示す。

表 2 鶏糞バーク堆肥の成分

含水率 (%)	T-C	T-N	C/N 比	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	(乾物%)			(乾物%)			
54.7	23.7	1.9	12.5	6.6	2.3	26.8	1.3

[作物体内養分分析]

生体重量を測定後風乾し、さらに 70℃ で数日間乾燥後、重量を測定して含水率を求めた。その乾燥試料をミキサーで粉砕して粉末にした。T-N 含量は、サリチル硫酸分解法 (= ガンニング変法、作物分析法委員会、1975) で測定した。P₂O₅、K₂O、CaO、MgO 含量は、作物体の乾燥粉末を濃硝酸と過塩素酸で湿式分解 (作物分析法委員会、1975) し、乾固直前に加熱をやめ、0.1NHCl 液を 10ml 加えて抽出し、蒸留水で 100ml に定量した液を適宜希釈し分析に供した。P₂O₅ 含量はバナドモリブデン酸法で、K₂O、CaO、MgO 含量は原子吸光光度法で測定した (日本土壤協会、2001)。

[土壌]

主に土壌・作物栄養診断マニュアル (茨城県、1997) に基づき、以下の項目を測定した。pH は pH

メーターで、EC は電気伝導度計で測定した。CEC は、振とう抽出簡便法で抽出後、ケルテックによる蒸留法で測定した。T-C、T-N は CN コーダーで測定した (土壤環境分析法編集委員会、1997)。NO₃-N 含量は、EC 測定液をろ過し、イオンクロマトグラフで測定した。可給態 P₂O₅ 含量はトルオーグ法で測定した。交換性 K₂O、CaO、MgO 含量は原子吸光光度法で測定した。なお、水分係数は、風乾土約 10g を 105℃ の恒温器で 1 日間乾燥させ、乾土重量を測定し、風乾土重量/乾土重量で求めた。

[土壌溶液中 NO₃-N 濃度]

定植条の株間、深さ 50cm に土壌溶液採取器を設置して土壌溶液を採取し、イオンクロマトグラフで測定した。

[作物体試料の採取]

定植 1 年目 (2002 年) では定植時の苗 (6 月)、株

養成終了時（11月）に、定植2年目（2003年）では1～5回目収穫時（葉のみ採取：3, 4, 5, 7, 11月）、株養成終了時（9月）に根を除いた葉茎を採取した。

[土壌試料の採取]

定植1年目（2002年）では定植前（5月）、追肥前（9月）、株養成終了時（11月）に、定植2年目（2003年）では作物試料採取時に作土層（深さ0～15cm）を採土した。また、栽培終了後の2004年1月に、ハンド

オーガーを用いて深さ20cm毎に2mまで土壌を採取し、分析に供した。

Ⅲ. 結果

1. 収量

減肥区が慣行区よりも多く、収穫1回目から5回目までいずれも減肥区が多かった（図1）。

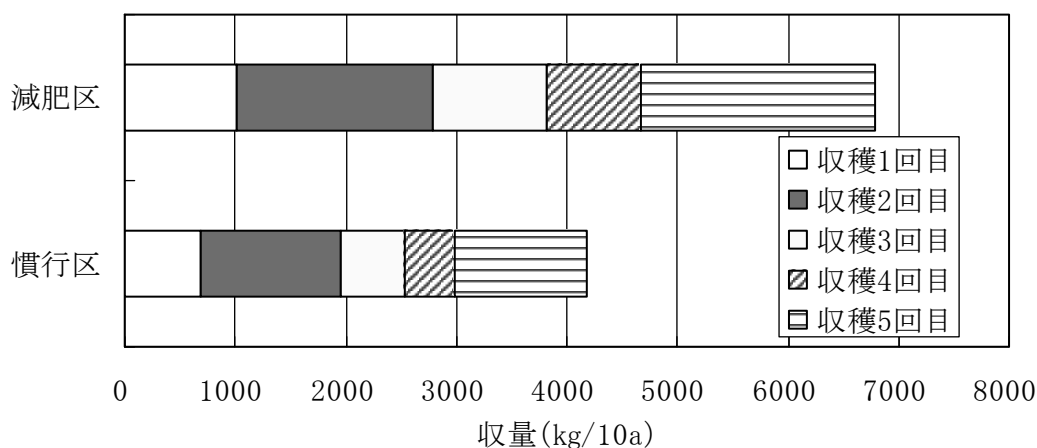


図1 肥料施用量の違いが現地ニラの収量に及ぼす影響（2003）

2. 定植1年目株養成期間の窒素吸収量

慣行区の定植1年目株養成期間の窒素施肥量は、化学肥料（化成）で47kg/10a、鶏糞堆肥の窒素成分86kg/10aで合わせて132kg/10aであったが、その期間の窒素吸収量は7kg/10aしかなく、作物に利用されない窒素が非常に多かった。なお、減肥区では、その期間の施肥は硫酸マグネシウムのみであったが、慣行区と同等の生育、養分吸収量であった（表3）。

3. 定植2年目の窒素吸収量

収穫を行う定植2年目の慣行区の窒素施肥量は、化学肥料（化成）で47kg/10aであったが、2年目の収穫分と刈り捨て分の合計窒素吸収量は33kg/10aであり、1年目の株養成期間より利用された窒素が多かった。なお、収穫1回当たりの収穫葉の平均窒素吸収量は4.3kg/10aであった。減肥区では、窒素施肥量が33kg/10aと慣行区よりも少なかったが、収量が多かったため、窒素吸収量は50kg/10aと慣行区よりも多かった。収穫1回当たりの収穫葉の平均窒素吸収量は5.7kg/10aであった。（表3）。

4. 肥料成分投入量

慣行区の栽培2年間合計の肥料成分投入量は、CaO、P₂O₅、NとK₂O、MgOの順に多かった。特にCaOの施肥量は1,545kg/10a（化学肥料と土壌改良資材で318kg/10a、鶏糞堆肥で1,227kg/10a）と最も多く、次いでP₂O₅の施肥量が411kg/10a（化学肥料と土改材が109kg/10a、鶏糞堆肥で302kg/10a）と多かった。NとK₂Oの施肥量は約180kg/10aと同程度で、MgOの施肥量は120kg/10aであった。一方、減肥区の肥料成分投入量は、Nで33kg/10aと慣行区に対して化学肥料で65%の減、鶏糞堆肥も含めると82%の減であった。P₂O₅とK₂Oの施肥量も33kg/10aで、慣行区に対してそれぞれ化学肥料で70%、55%の減、鶏糞堆肥も含めるとそれぞれ92%、82%の減であった。CaOは、何も施用していないため、投入量は0であった。MgOは、硫マグ分のみ20kg/10aの施肥量で、慣行区に対して化学肥料で68%の減、鶏糞堆肥も含めると84%の減であった。（表3）。

5. 養分吸収量

慣行区の栽培2年間合計の養分吸収量は、K₂O、N、

CaO, P₂O₅, MgO の順に多く, K₂O で 60kg/10a, N で 39kg/10a, CaO で 18kg/10a, P₂O₅ で 8kg/10a, MgO で 4kg/10a であった。いずれの養分でも施用量が非常に多いため, 収支をみると, N で +140kg/10a, P₂O₅ で +403kg/10a, K₂O で +120kg/10a, CaO で +1527kg/10a, MgO で +118kg/10a となり, 吸収量をはるかに上回る施用量であった。特に CaO と P₂O₅

の施用量が多かった(表3)。一方, 減肥区の養分吸収量は, 吸収量の多い養分の順番は同じであったが, 収量が多かった分, いずれの養分吸収量も慣行区を上回り, K₂O で 77kg/10a, N で 50kg/10a, CaO で 23kg/10a, P₂O₅ で 11kg/10a, MgO で 5kg/10a であった。その収支をみると, 施用量が少ないため, N, K₂O, CaO ではマイナスとなった(表3)。

表3 現地ハウスニラにおける定植から最後の収穫までの約2年間の養分収支(kg/10a)

肥料成分	試験区名	収入					支出			収支(鶏糞除く)		
		肥料分		合計(鶏糞除く)	苗	合計(鶏糞除く)	作物吸収分			合計	入出	
		1年目株養成	2年目				1年目	2年目	合計			
		鶏糞	化成等	化成		養成株	収穫葉	刈捨て				
N	減肥	0	0	33	33	0.2	33 (33)	9	5.7 × 5=28	13	50	-17 (-17)
	慣行	86	47	47	179	0.2	179 (94)	7	4.3 × 5=22	11	39	140 (54)
P ₂ O ₅	減肥	0	0	33	33	0.1	33 (33)	2	1.2 × 5=6	3	11	22 (22)
	慣行	302	77	33	411	0.1	411 (109)	2	0.8 × 5=4	2	8	403 (101)
K ₂ O	減肥	0	0	33	33	0.3	33 (33)	11	9.2 × 5=46	19	77	-44 (-44)
	慣行	106	42	33	180	0.3	180 (74)	10	7.2 × 5=36	14	60	120 (15)
CaO	減肥	0	0	0	0	0.1	0 (0)	5	2.2 × 5=11	7	23	-23 (-23)
	慣行	1227	220	98	1545	0.1	1545 (318)	4	1.5 × 5=8	7	18	1527 (300)
MgO	減肥	0	20	0	20	0.0	20 (20)	1	0.4 × 5=2	1	5	15 (16)
	慣行	60	62	0	122	0.0	122 (62)	1	0.3 × 5=2	1	4	118 (59)

※収入の合計と収入-支出の()内数字は鶏糞の成分を除いた数字。

今回の作物吸収分は, 葉と茎の養分吸収量で, 花と根の養分吸収量は含んでいない。

今回の養分収支では, 雨水や灌水による養分の収支は考慮していない。

支出の作物吸収分の収穫葉の数字は, 収穫1回当たりの平均吸収量×収穫回数=収穫5回分の吸収量。

5回収穫合計の収量は, 減肥区で6,792kg/10a, 慣行区で4,890kg/10aとやや少な目であった。

通常は6~8回収穫し, 標準収量は9,500kg/10a(県野菜栽培基準)。

6. 土壌中NO₃-N濃度

慣行区の栽培期間中の作土層(深さ0-15cm)のNO₃-N含量は, 露地状態では約1~3mg/100g乾土と少なかったが, ビニルが展張されてハウス状態になると, 追肥に伴って多くなり, 最も多い時には47mg/100g乾土であった(表4)。しかし, 深さ50cmの土壌溶液中のNO₃-N濃度をみると, 定植1年目の露地状態のときに60~158mg/lと高い濃度を示した。収穫の始まった定植2年目では, 7月1日以外, 17~37mg/lと定植1年目より低い濃度で推移した(表5)。減肥区も作土層NO₃-N含量は, 露地で少なくハウス状態が多い傾向であったが, ハウス状態での追肥後の減少量が慣行よりも早かった。深さ50cmの土壌溶液中NO₃-N濃度は, 採水できた回数が少ないが, 慣行区よりも低い値で推移していた(表5)。

7. その他の作土層の土壌養分

慣行区の土壌ECはNO₃-Nと同様の傾向であった。

施肥前の含量が土壌・作物栄養診断マニュアルの土壌改善基準(茨城県, 1997, 以下同様)に比べて非常に多いが, CaOもNO₃-Nと同様の傾向を示し, 露地状態では約1150~1400mg/100g乾土で推移したが, ハウス状態になると, 1600~2000mg/100g乾土と非常に多い値で推移した。pHは栽培期間中常にほぼ7で変わらなかった。T-CおよびT-Nは, どちらも栽培期間中ほとんど変わらなかったが, 栽培終了時にやや減少した。P₂O₅は, 施肥前の含量が294mg/100g乾土と土壌改善基準に比べて非常に多く, 収穫が始まるとやや減少したが, 栽培後半にまた増加した。K₂OとMgOは, 一定の傾向はみられなかったが, 土壌改善基準に比べて比較的多い値で推移した(表4)。

減肥区の作土層の土壌養分を慣行区と比較すると, pH, CaO以外は概ねいずれの成分もやや低い値で推移した。ただ, CaO/MgO比やMgO/K₂O比は, 慣行区と同様にほとんどの時期で適正な状態ではなかった(表4)。

表4 栽培期間中の土壌診断値（深さ0 - 15cm）の推移

採土日	試験 区名	pH	EC	T-C	T-N	NO ₃ -N	Av-P ₂ O ₅	Ex-K ₂ O	Ex-CaO	Ex-MgO	CaO/MgO比	MgO/K ₂ O比
		(KCl)	(dS/m)	(乾土%)			(mg/100g 乾土)			(当量比)		
施肥基準		5.5 - 6.0					20-80	55-70	470-500	60-90	4.0-5.5	2.5-3.0
2002/4/22 ※	減肥	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
(露地)	慣行	6.79	0.12	4.75	0.57	2.5	294	124	1238	57	15.6	1.1
9/10	減肥	7.06	0.11	4.24	0.44	2.0	268	88	1096	64	12.2	1.7
(露地)	慣行	7.09	0.16	4.99	0.56	2.9	324	169	1314	91	10.3	1.3
11/15	減肥	6.94	0.15	4.08	0.49	1.6	183	64	1330	68	13.9	2.5
(露地)	慣行	6.95	0.19	5.08	0.57	3.5	284	130	1209	102	8.4	1.8
2003/3/27	減肥	6.53	2.28	—	—	67.3	125	148	2185	106	14.7	1.7
(ビニル展張)	慣行	6.77	1.00	—	—	43.6	134	159	1986	114	12.4	1.7
4/24	減肥	6.90	0.35	—	—	15.2	123	139	1792	99	12.9	1.7
(ビニル展張)	慣行	6.75	0.71	—	—	47.4	163	171	1976	120	11.8	1.6
5/20	減肥	6.88	0.32	—	—	9.0	145	112	1564	82	13.6	1.7
(ビニル展張)	慣行	6.95	0.68	—	—	25.1	178	166	1609	96	12.0	1.4
7/1	減肥	7.59	0.19	—	—	2.1	185	95	1435	86	11.9	2.1
(露地)	慣行	7.43	0.19	—	—	1.2	257	114	1413	103	9.8	2.1
9/9	減肥	6.76	0.53	3.47	0.48	21.9	218	121	1117	79	10.1	1.5
(露地)	慣行	6.76	0.64	4.31	0.58	28.2	269	149	1157	82	10.0	1.3
11/4	減肥	6.77	0.19	3.49	0.46	5.3	413	63	1817	137	9.4	5.1
(ビニル展張)	慣行	6.57	0.30	4.12	0.49	7.5	380	108	1880	112	12.0	2.4

注) ※は定植前であるが、鶏糞パーク堆肥 10t/10a を投入後の値。 —印は未測定。
施肥基準は、県土壌診断マニュアルの施設栽培土壌の火山灰土壌 CEC30 の値である。

表5 地表下 50cm の土壌溶液中 NO₃-N 濃度 (mg/l)

試験区	定植1年目(2002年)				定植2年目(2003年)				
	9/10	11/15	3/27	4/24	5/20	7/1	9/9	9/25	11/4
減肥区	58.6	14.5	—	—	—	3.8	0.3	—	4.2
慣行区	157.6	59.7	27.3	25.3	23.8	55.5	21.5	16.5	36.7

注) 減肥区の一は採水できず未測定。

8. 深さ2mまでの土壌養分

慣行区の栽培終了後の土壌養分を深さ別にみると、施用量の多い CaO は、深さ 40cm まで 1,000mg/100g 乾土以上、深さ 200cm まで 300mg/100g 乾土以上あった。その結果 pH も高く、深さ 60cm までは 7 以上、深さ 200cm まで 6 以上であった。作土層の CEC は約 30me 程度で、深さ 200cm までほとんど 20 代の数値で、火山灰土壌として特に大きい値ではなかった。また、NO₃-N と K₂O は作土層よりも下層土で多く、NO₃-N は特に深さ 80 - 140cm、K₂O は特に深

さ 140 - 180cm で多かった。ただし、NO₃-N は深さ 200cm まで 10mg/100g 乾土以下で、最も多かった深さ 80 - 140cm でも 6mg/100g 乾土程度であった。EC は NO₃-N と同様の傾向であった。その他、P₂O₅ と MgO は、作土層では非常に多いが下層土では少なかった(表6)。減肥区でも、ほぼ慣行区と同様の傾向であったが、EC と NO₃-N 濃度は、それぞれ 0.19 ~ 0.42dS/m、0.9 ~ 2.0mg/100g 乾土と慣行区よりも低い値であった(表7)。

表6 慣行区の栽培終了後約3ヶ月(2004年1月採土)の深さ別土壌分析結果

深さ	pH (KCl)	EC (dS/m)	CEC (me)	NO ₃ -N Av-P ₂ O ₅ Ex-K ₂ O Ex-CaO Ex-MgO (mg/100g 乾土)					CaO/MgO比	MgO/K ₂ O比	
				NO ₃ -N	Av-P ₂ O ₅	Ex-K ₂ O	Ex-CaO	Ex-MgO	(当量比)	(当量比)	
施肥基準	5.5-6.0			20-80	55-70	470-500	60-90	4.0-5.5	2.5-3.0		
定植前	0-15cm	6.79	0.12	2.5	294	124	1238	57	15.5	1.1	
栽培後	0-20cm	7.75	0.22	30.8	3.2	203	95	1483	86	12.3	2.1
	20-40cm	7.92	0.40	25.3	4.5	20	99	1158	53	15.6	1.3
	40-60cm	7.55	0.43	22.1	5.4	1	97	650	32	14.3	0.8
	60-80cm	6.70	0.39	20.7	4.2	0	59	325	21	11.2	0.8
	80-100cm	6.77	0.56	23.0	6.3	2	61	584	29	14.3	1.1
	100-120cm	6.68	0.56	21.9	6.2	3	84	534	28	13.8	0.8
	120-140cm	6.84	0.60	23.8	6.3	9	98	603	31	13.8	0.7
	140-160cm	6.19	0.43	21.5	3.5	0	158	309	21	10.6	0.3
	160-180cm	6.32	0.47	20.1	3.2	3	168	363	22	11.8	0.3
180-200cm	6.28	0.35	16.4	2.5	17	76	410	34	8.7	1.0	

注) 定植前の値は、すでに鶏糞パーク堆肥が投入された後のものである。

施肥基準は、県土壌診断マニュアルの施設栽培土壌の火山灰土壌 CEC30 の値である。

表7 減肥区の栽培終了後約3ヶ月(2004年1月採土)の深さ別土壌分析結果

深さ	pH (KCl)	EC (dS/m)	CEC (me)	NO ₃ -N Av-P ₂ O ₅ Ex-K ₂ O Ex-CaO Ex-MgO (mg/100g 乾土)					CaO/MgO比	MgO/K ₂ O比	
				NO ₃ -N	Av-P ₂ O ₅	Ex-K ₂ O	Ex-CaO	Ex-MgO	(当量比)	(当量比)	
施肥基準	5.5-6.0			20-80	55-70	470-500	60-90	4.0-5.5	2.5-3.0		
定植前	0-15cm	6.79	0.12	2.5	294	124	1238	57	15.5	1.1	
栽培後	0-20cm	7.80	0.19	30.8	1.3	208	76	1528	81	13.4	2.5
	20-40cm	7.82	0.23	25.3	0.9	57	68	1172	58	14.5	2.0
	40-60cm	7.36	0.28	22.1	0.5	1	57	510	26	13.8	1.1
	60-80cm	6.30	0.30	20.7	0.9	0	38	269	16	11.8	1.0
	80-100cm	6.26	0.33	23.0	1.2	0	57	307	20	11.1	0.8
	100-120cm	6.42	0.42	21.9	1.5	1	92	400	22	12.9	0.6
	120-140cm	6.13	0.37	23.8	1.9	0	132	265	19	10.1	0.3
	140-160cm	6.23	0.38	21.5	1.5	4	175	355	20	12.5	0.3
	160-180cm	5.99	0.30	20.1	1.3	7	89	323	29	8.0	0.8
180-200cm	5.29	0.23	16.4	2.0	3	66	411	60	4.9	2.2	

注) 定植前の値と CEC は慣行区の値であるが、栽培環境が同様の隣り合っているハウスの土壌の値である。

施肥基準は、県土壌診断マニュアルの施設栽培土壌の火山灰土壌 CEC30 の値である。

IV. 考 察

[慣行栽培の養分収支]

慣行区では、比較的多量の堆肥(主に鶏糞堆肥)と化学肥料が施用されていた。しかし、いずれの養分も作物の吸収量に対して施用量が非常に多く、施肥効率が悪いと考えられる。特に交換性 CaO と可給態 P₂O₅ は、堆肥も含めるとそれぞれ成分で 1,545kg/10a、411kg/10a の施用量であるが、作物による吸収量は、2年間合計でそれぞれ 18kg/10a、8kg/10a しかなく、土壌への負荷が特に大きい。

[慣行栽培での土壌への負荷]

実際に、慣行区の土壌中の交換性 CaO、可給態

P₂O₅ 含量は、施肥前でも(ただし堆肥投入後)作土層でそれぞれ 1,238mg/100g 乾土、294mg/100g 乾土と土壌改善基準の2倍量以上であった。可給態 P₂O₅ 含量は作土層のみの蓄積であったが、交換性 CaO では深さ 180 - 200cm の土壌まで 300mg/100g 乾土以上存在し、下層にも溶脱している可能性がある。

小松ら(1984)が、本県の施設野菜栽培土壌(キュウリ、トマト)での交換性塩基と可給態 P₂O₅ の蓄積について報告しているが、本試験ハウス土壌の交換性 CaO、可給態 P₂O₅ 含量は、その報告の平均値の2倍以上も存在している。猿田ら(1985)も群馬県の施設栽培土壌(キュウリ等)の養分実態を報告しているが、本試験ハウス土壌の交換性 CaO、可給態 P₂O₅ 含

量は、その報告のそれぞれ最大値、平均値のレベルであった。

K₂O は、ニラにおいて、吸収量が最も多い養分である。慣行区でも 60kg/10a 吸収しており、化成による投入量 74kg/10a に近い量を吸収した。ただ、堆肥からの投入量が 106kg/10a 有り、すでに施肥前の作土層で 124mg/100g 乾土あった土壤では、負荷がやや大きいと考えられる。栽培跡地土壤の深さ 140 – 180cm の濃度が作土層よりも高く、下層に溶脱している可能性が伺える。MgO については、鶏糞堆肥に含まれる濃度が低く、比較的土壤にも蓄積されていなかったが、慣行区で 4kg/10a と吸収量が少ない養分であるため、収支では +118kg/10a となっており、過剰施用に注意が必要である。

[今後の堆肥施用]

本試験で鶏糞堆肥無施用の減肥区で慣行区よりも収量が増加したように、交換性 CaO や可給態 P₂O₅ が多量に蓄積したハウスでは、交換性 CaO や可給態 P₂O₅ を多く含む鶏糞堆肥の効果があまり見えないと考えられる。小松ら (1984) もキュウリにおいては土壤の交換性 CaO 含量が高い程立毛品評会の順位が低下すると報告している。従って、このように養分が蓄積したハウスでは、数年程度鶏糞堆肥は無施用とするか、交換性 CaO や可給態 P₂O₅ 含量の少ない木質牛糞堆肥 (土壤・作物栄養診断マニュアル：茨城県, 1997) の施用に変えた方が良いと思われる。

[定植 1 年目株養成期間の N 施用効率]

慣行区の N をみると、堆肥 86kg/10a、化成 47kg/10a の合計 132kg/10a が施用されたにもかかわらず、そのうち作物に吸収されたのはわずか 7kg/10a しかなく、施用効率が悪い。収穫が始まった定植 2 年目では、施用量 47kg/10a に対して、吸収量も 33kg/10a 有るため、特に大きな問題はないが、定植 1 年目の N については、施肥改善の余地が大きい。慣行区の深さ 50cm の土壤溶液中 NO₃-N 濃度をみても、定植 2 年目に比較して定植 1 年目では濃度が高く、作物に吸収されなかった多くの NO₃-N が下層に溶脱していると考えられ、環境負荷軽減の面からも改善の必要がある。

[堆肥無施用で増収した理由]

減肥区の定植 1 年目の堆肥と化学肥料を無施用とした減肥区で、慣行区よりも多収となった。この理由として、当初は、減肥区では鶏糞堆肥を無施用にしたため、投入される N, CaO, K₂O が減り、土壤の EC 値、

CaO/MgO 比、MgO/K₂O 比が改善されて生育が良くなったためと考えたが、土壤診断結果をみると、必ずしも減肥区土壤の EC 値は慣行区と差があるわけではなく、また CaO/MgO 比や MgO/K₂O 比も改善されていなかった。

渡辺 (2006) は、有機物を多量に連用していくと Mn 欠乏が起こり、外観的には症状が出ていなくても Mn 含有率が低下し、根のリグニン含有率が低下し、センチュウや土壤病害の被害が受けやすくなると報告している。今回の試験では、微量要素や土壤病害虫については調査しなかったが、そのような微量要素欠乏による潜在的な影響で、慣行区で収量が低下したとも考えられるので、今後検討したい。

[適正な窒素施用量]

最後に、作物に吸収される窒素供給量に基づく環境負荷の極力少ない必要最低限の窒素施用量を考える。収量を茨城県野菜栽培基準 (2004) の 9,500kg/10a とし、そのときの窒素吸収量は、本試験の減肥区の収穫葉の窒素吸収量を参考にすると、収穫葉の窒素吸収量 28kg/10a × 標準収量 9,500kg / 本試験の収量 6,792kg = 39.2kg/10a + 養成株 9kg/10a + 刈捨て 13kg/10a = 61.2kg/10a となる。鶏糞堆肥を施用せず、地下への N 溶脱も考慮しない場合は、栽培土壤での N 収支が 0 となる、この 61.2kg/10a が、収量を 9,500kg/10a を穫るために最低限必要な窒素施用量と本試験結果からは想定される。現地のハウスで、本試験のように長年堆肥を施用しているハウスでは、堆肥無施用の方が収量が増加するということが充分考えられるが、エコファーマー認定等のために堆肥投入をする場合は、鶏糞堆肥 4t/10a で鶏糞堆肥由来の窒素吸収量が 10.6kg/10a 程度あること (鶏糞由来の 2 年目まで：未発表) を考慮して施肥する必要があると考えられる。その場合、鶏糞堆肥由来窒素を除いた化成と土壤由来窒素の吸収量は、61.2 – 10.6 = 50.6kg/10a となり、茨城県野菜栽培基準の窒素施用量 48kg/10a (+ 完熟堆肥 4t/10a) とほぼ一致する。そのため、現在の野菜栽培基準は、環境負荷軽減の面から考えると、全体の窒素施用量には問題がない。しかし、定植 1 年目の基肥窒素が 20kg/10a とされており、窒素吸収量から考えると、もっと基肥窒素を減らし、収穫が始まった時の追肥を増やす等、施肥時期と施用量の配分については改善が必要と思われる。

他県の事例で、ハウスニラ栽培の施肥量に関する報告は少ないが、沼田ら (1992) は、基肥窒素で

20kg/10a と 40kg/10a では収量が変わらず、追肥の収量に対する影響は大きいと30kg/10a で頭打ちになるとしている。この報告で、基肥窒素 20kg/10a + 追肥毎年 30kg/10a × 2 年の合計 80kg/10a 施用したときの収量は、本県栽培基準並の 9,000/10a 弱、窒素吸収量はやはり本試験と同様に約 60kg/10a 程度であった。この報告で、堆肥については、記述がないため、おそらく無施用と思われる。この報告と本県で慣行的に施用されている鶏糞堆肥 4t/10a からの窒素供給量 10.6kg/0a を考慮すると、地下への溶脱等で利用されない N を含めた場合の化学肥料由来窒素施用量は $80 - 10.6 = 69.4\text{kg}/10\text{a}$ 必要になると考えられる。ただし、本試験で窒素施肥効率が悪いことが明らかとなった定植 1 年目の基肥窒素において、20kg/10a 以下の施用量についてはこの報告でも未検討であるため、基肥窒素の施用量や施肥法について検討し、69.4kg/10a からさらに基肥窒素の無駄な施肥を削減することにより、N の環境負荷の少ない施肥体系が確立されると思われる。

V. 摘要

長年堆肥を比較的多く投入してきた現地ハウスニラ栽培（火山灰土壌）で減肥試験を行い、その養分収支と土壌養分を調査した。

1. 堆肥無施用で化成 75% 減肥でも慣行施肥栽培以上の収量が確保されたが、その理由は明確でなかった。
2. 現地ハウスニラの慣行栽培では、1 年目株養成期間の窒素施用効率が低かった。
3. ハウスニラの養分吸収量は、 K_2O 、N、 CaO 、 P_2O_5 、 MgO の順に多い。
4. 養分吸収量に対して、 CaO 、 P_2O_5 は特に施用量が多く、土壌への負荷が大きかった。
5. 交換性の CaO と K_2O は作土層よりも下層土に多く、溶脱している可能性が示唆された。 $\text{NO}_3\text{-N}$ も作土層よりも下層土に多いが、その値は $6\text{mg}/100\text{g}$ 乾土程度であった。

謝辞 本試験の遂行にあたり、水戸地域農業改良普及センターの高吉健一専門員、友常年江専門員（現：

稲敷地域農業改良普及センター）、鈴木捷弘副主査（現：退職）には、現地試験において大変お世話になりました。また、小川町（現：小美玉市）の沼田俊男氏には快く現地ほ場を提供して頂きました。ここに心より感謝申し上げます。

引用文献

- 土壌環境分析法編集委員会. 1997. 土壌環境分析法. p.222-226. (株)博友社.
- 茨城県農業改良協会. 2001. いばらきの野菜. p.114-116.
- 茨城県農業総合センター. 2004. 野菜栽培基準. p.79-82.
- 茨城県農林水産部園芸流通課. 2006. 茨城の園芸. p.14.
- 茨城県農林水産部農業技術課. 1997. 土壌・作物栄養診断マニュアル. p.2-11, 14-17, 22-25, 82-83, 97.
- 小松鋭太郎・松沢義郎・石塚由之. 1984. 施設野菜立毛品評会入賞ハウスにおける肥培管理並びに土壌の実態. 茨城園試研報 12 : 57-80.
- (財)日本土壌協会. 2001. 土壌、水質及び植物体分析法. p.255-259.
- 西尾道徳. 1997. 有機栽培の基礎知識. p.20-24. (社)農山漁村文化協会.
- 沼田光夫・中村孝志・榎本 優. 1992. ニラのハウス栽培における施肥法及び栽培法の改善に関する研究. 福島農研報 31 : 9-20.
- 小川吉雄. 2000. 地下水の硝酸汚染と農法転換. p.24-27, 172-176. (社)農山漁村文化協会.
- 作物分析法委員会. 1975. 栄養診断のための栽培植物分析測定法. p.61, 67-69.
- 猿田正暁・岩田正久・高橋哲夫. 1985. 施設栽培土壌の養分実態. 群馬農業研究 D 園芸 1 : 25-34
- 渡辺和彦. 2006. 作物の栄養生理最前線. p.47-51. (社)農山漁村文化協会.
- 八槇 敦・斉藤研二・安西徹郎. 2003. 千葉県における農地に関する窒素収支. 千葉農総研研報 2 : 69-77.

シバ ‘つくば太郎’ ‘つくば輝’ ‘つくば姫’ の育成

浅野 昭¹⁾・高城誠志²⁾・永井永久³⁾・市村 勉⁴⁾・
駒形智幸・門脇伸幸・本岡竹司⁵⁾

Breeding of *Zoisia* ‘Tsukuba Taro’, ‘Tsukuba Kagayaki’ and ‘Tsukuba Hime’

Akira ASANO, Seishi TAKAGI, Towa NAGAI, Tsutomu ICHIMURA,
Tomoyuki KOMAGATA, Nobuyuki KADOWAKI and Takeshi MOTOZU

Summary

‘Tsukuba Taro’, ‘Tsukuba Kagayaki’ and ‘Tsukuba Hime’ were bred for commercial use and expanding grower's motivation. *Zoisia japonica* ‘Tsukuba Taro’ was the most practical line selected from lines collected in 1990 from commercial nursery farms in Tsukuba. The cultivar was deep green with vigor, thus was useful for urban and road landscaping. *Zoisia matrella* ‘Tsukuba Kagayaki’ was selected through the same process as ‘Tsukuba Taro’. The cultivar was tolerant to *Rhizoctonia solani* and trampling, thus was useful for landscaping of urban areas, road areas and school grounds. *Zoisia tenuifolia* ‘Tsukuba Hime’ was an induced mutation by γ -ray irradiation at 40Gy to the line selected through the same process as ‘Tsukuba Taro’. The cultivar had a long green period and non-flowering period, thus was useful for parks and garden landscaping.

キーワード：シバ, 品種, 突然変異, 放射線, ガンマ線, 耐踏圧性, 耐陰性, ラージパッチ

I. 緒言

茨城県のシバ生産は、ゴルフ場需要が高かったバブル景気最盛期（1990年）には5,160haの生産面積、104億円の生産額があり、本県農業生産に占める割合の高い重要品目であった（茨城県、2006）。このため、著者らは1990年よりシバ品種育成を行い、品種登録はできなかったものの、ほふく性が強く濃緑で短葉の優良系統「ノシバ12号」を選抜した（浅野ら、1998）。

ところが、バブル景気が崩壊し、それによってゴルフ場需要が減り、2000年には生産額が28億円まで落ち込んだ。1990年には20万円以上であった反収が6.5万円に下がり、シバ経営も極めて厳しいものとなった（茨城県、2006）。このような状況の中、生産者からは有利販売のために確たるオリジナル品種を求める声がさらに高まり、そのため著者らは選抜や放射線照射を継続し品種を育成した。

II. 育成経過、品種特性および活用場面

1. ノシバ ‘つくば太郎’

1) 育成経過

1990年につくば市在来の固有のノシバ（*Zoisia japonica*）在来種から変異個体を採取し形態別にわけた。1991年から1992年にかけて40個体の生育力を検討し、12個体を選抜した。1993年より再生力を検討し、2個体を選抜した。2001年、選抜した2個体について耐湿性、ラージパッチ耐病性について検討した。2002年、同2個体について耐陰性、耐踏圧性について検討し、1個体を選抜した。同年、特性が安定したことを確認して選抜を終了した。

出願は2004年4月1日、同年12月17日に出願公表、2007年2月20日に登録が認可された（登録番号：第14790号）。

2) 品種特性

草姿はややほふく性で、葉長はかなり長く、葉幅

1) 現退職 2) 現農業総合センター鹿島地帯特産指導所 3) 現農業総合センター土浦地域農業改良普及センター
4) 現農業総合センター 5) Corresponding author

はかなり広く葉色が濃い（表1, 図1）。また、耐陰性を有する（表2）。対照品種‘メイヤー’と比較して、葉長が長いこと、耐陰性が強いこと、ラージパッチ耐病性が大きいことで区別性が認められた。対照品種‘エメラルド’に対しては、ほふく茎の密度が粗であること、ほふく茎の太さが太いこと、葉長が長いこと等で区別性が認められた（表1）。

3) 活用場面

茎がやや太く生育旺盛で、しっかりしたマットができる。葉はかなり大きくて緑が濃く素晴らしい景観で、シバの重要病害であるラージパッチ病に強いことから、都市緑化や道路路面等の緑化およびゴルフ場向きの品種である。

2. コウライシバ ‘つくば輝’

1) 育成経過

1990年に茨城県つくば市在来の固有のコウライシバ (*Zoisia matrella*) 在来種から変異個体を採取し形態別にわけた。1991年から1992年にかけて132個体の中から生育力を検討し、26個体を選抜した。1993年より再生力を検討し、7個体を選抜した。2001年、7個体について耐湿性、ラージパッチ耐病性について検討した。2002年に7個体について耐陰性、耐踏圧性について検討し、1個体を選抜した。同年、特性が安定したことを確認して選抜を終了した。

出願は2004年4月1日、同年12月17日に出願

表1 ‘つくば太郎’ および ‘つくば輝’ の形態・生態的特性 (1995)

品 種	草型 ^z	ほふく茎		葉		
		節間長 (mm)	太さ (mm)	葉長 (cm)	葉幅 (mm)	葉色 ^y
つくば太郎	6	22.5	1.6	20.1	4.0	8
つくば輝	7	17.1	1.5	16.9	2.8	5
メイヤー	6	11.6	1.5	12.1	3.2	7
エメラルド	7	16.6	1.2	11.8	2.0	5

z: 1 (極直立) ~ 9 (極ほふく) として観察による相対評価。

y: 1 (極淡) ~ 9 (極濃) として観察による相対評価。

実験方法: 1995年3月にランナーを10~15cmに切り、1.2m × 8mのベッドに植え付けた後、県栽培基準に従って管理をしながら適宜調査を行った。

表2 ‘つくば太郎’ および ‘つくば輝’ の耐踏圧性、耐陰性、ラージパッチ発病度 (2001, 2002)

品 種	耐踏圧性 ^z (%)	耐陰性 ^y (%)	ラージパッチ発病度 ^x
つくば太郎	7.9	2.9	0
つくば輝	18.2	1.2	0
メイヤー	8.0	0.4	0
エメラルド	8.3	0.3	10

z: ローラー鎮圧区葉刈重/無処理葉刈重 × 100

y: 日陰区葉刈重/日向区葉刈重 × 100

x: 程度別発病度を、0: 発病進展無し、1: 若干寒天片周りに発病進展している、3: 寒天片の周辺にかなり発病が進展しターフの枯死も認められる、5: ターフ全体に発病が進展しところどころ枯死が認められる、7: ターフ全体が枯死、として評価し、次の式で発病度を求めた。

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{程度別発病度})}{7 \times \text{反復数}} \times 100$$

実験方法

耐踏圧性: 2002年9月上旬に葉刈後、10月上旬までほぼ毎日ローラーをかけ、処理終了後10日目に葉刈りを行い、葉刈り葉重で評価した。

耐陰性: 2002年6月にホールカッターで切り抜きポットに移植し試料を7月上旬から1ヶ月間、日陰区 (屋外非常階段下、一日中日陰) と日向区 (屋外にポットを設置) とに置き、生育量を調査した。

耐病性: 2001年9月にホールカッターでターフを切り取って吸水マット上に置き、底面給水で管理した試料上に、*Rhizoctonia solani* (R64 IV型) をPSA培地で培養し、直径5mmのコルクボーラーで菌を寒天ごと切り取ったものをのせ、湿潤状態で管理した。30日後に発病度を調査した。

公表, 2007年2月20日に登録が認可された(登録番号: 第14789号)。

2) 品種特性

草姿はほふく性で, 葉長は中程度である(表1, 図2)。また, 耐陰性, ラージパッチ病への耐病性, 耐踏圧性を有する(表2)。対照品種 ‘メイヤー’ と比較して, ほふく茎の密度が密であること, 耐陰性が強いこと等で区別性が認められた。対照品種 ‘エメラルド’ と比較して, ほふく茎の太さが太いこと, 葉長が長いこと, 耐陰性が強いこと等で区別性が認められた。

3) 活用場面

茎がやや密なためしっかりしたマットができ, 葉の緑がやや濃いため素晴らしい景観である。また, シバの重要病害であるラージパッチ病に強く, 踏まれても強いので, 都市緑化, 公園, 校庭などのグランドカバーおよびゴルフ場や一般家庭向きの品種である。

3. ヒメコウライシバ ‘つくば姫’

1) 育成経過

1990年に茨城県つくば市在来の固有のヒメコウライシバ (*Zoisia tenuifolia*) 在来種から変異個体を採取し40個体から選抜, その後1995年にかけて7個体まで選抜した。1997年11月, その内1

個体に農業生物資源研究所放射線育種場(現独立行政法人農業生物資源研究所放射線育種場)でガンマ線(40Gy)を照射した。1998年5月に771個体を12cmポットに鉢上げし, 草勢, 紅葉程度等から選抜した。1999年, ほふく茎, 葉色等から34個体を選抜した。2000年, 34個体を露地圃場に定植し, 初期生育, 紅葉程度等から選抜した。2001年, 被覆率, 植物体の形状から5個体を選抜した。2002年, 再生力等から1個体を選抜した。同年, 特性が安定していることを確認して育成を完了した。

2) 品種特性

草型はほふく性で, ほふく茎はかなり密である。葉長はやや短, 葉色は緑がやや濃い。出穂はせず, 春の緑化は早く, 生育は旺盛で紅葉はやや遅い(表3, 図3)。対照品種 ‘メイヤー’ に対しては, ほふく茎の密度が密であること, 葉長が短いこと等で区別性が認められた。対照品種 ‘エメラルド’ に対しては, 春秋の出穂がないことで区別性が認められた。

3) 活用場面

茎がかなり密でしっかりしたマットができ, 葉の緑がやや濃く素晴らしい景観である。また, 緑化期間が長く, 出穂がないため混種の危険性が極めて小さいので, 公園や庭園等のグランドカバーおよびゴルフ場や一般家庭向きの品種である。

表3 ‘つくば姫’ の形態・生態的特性 (2002)

品 種	草型 ^z	ほふく茎			葉			草勢 ^w	出穂性	生育期間 ^v	
		節間長 (mm)	太さ (mm)	密度 ^y (cm)	葉長 (cm)	葉幅 (mm)	葉色 ^x			緑化	紅葉
つくば姫	7	35.0	1.2	612.6	5.3	2.2	7	4	なし	3	6
メイヤー	6	22.7	1.5	252.2	6.3	3.6	7	7	春のみ出穂	5	4
エメラルド	7	21.7	1.1	438.3	3.9	1.9	5	5	春のみ出穂	4	5

z:1(極直立)~9(極ほふく)として観察による相対評価。y:定植年の秋における単位面積(ホールカッター)あたりの地下ほふく茎の長さ。x:1(極淡)~9(極濃)として観察による相対評価。w:草勢(収穫後の生育):1(極不良)~9(極良)として観察による相対評価。v生育期間(緑化および紅葉の早晚):1(極早)~9(極晩)として観察による相対評価。

実験方法:2000年6月下旬に50cm×50cmに筋植し, 県栽培基準に従って管理後, 2002年6月19日に収穫した後再生力などを調査した。

Ⅲ. 摘 要

シバの有利販売と産地活性化のために, ノシバ ‘つくば太郎’, コウライシバ ‘つくば輝’ およびヒメコウライシバ ‘つくば姫’ を育成した。つくば太郎’ は, 1990年に収集したつくば市在来の固有のノシバからの選抜系で, 葉色が濃く生育旺盛で, 都市緑化や道路

法面等の緑化に適している。‘つくば輝’ は, 1990年に収集したつくば市在来の固有のコウライシバからの選抜系で, ラージパッチ病に強く, 踏まれても強いので, 都市緑化, 公園, 校庭などのグランドカバー等に適している。‘つくば姫’ は, 1990年に収集したつくば市在来の固有のヒメコウライシバに, 1997年に40Gyのガンマ線を照射して得られた突然変異系統か

ら選抜したもので、緑化期間が長く、出穂がないため混種の危険性が極めて小さいので、公園や庭園のグラウンドカバー等に適している。

謝 辞 本品種を育成するにあたり、県農政企画課技術普及室、県園芸流通課関係者にはご協力とご支援を、茨城県つくば芝振興協会とつくば市役所にはご支援を頂いた。ここに記して感謝します。

引用文献

- 茨城県. 2006. 茨城の園芸. p.79-83. 茨城県.
浅野昭・市村勉・本図竹司・駒形智幸・浦野永久.
1998. ノシバ優良系統 12 号の選抜経過とその特性. 茨城園研報. 6:42-47.



図1 ‘つくば太郎’の形態

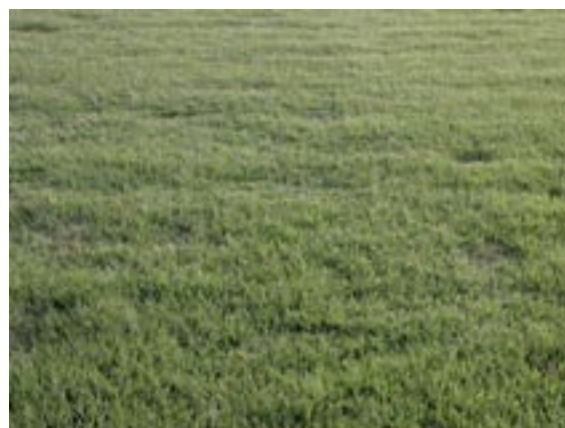
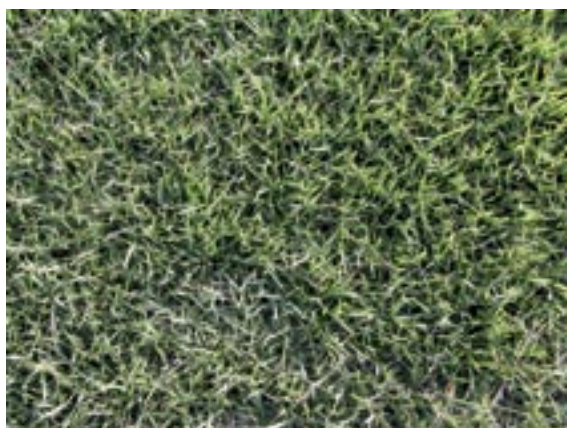


図2 ‘つくば輝’の形態

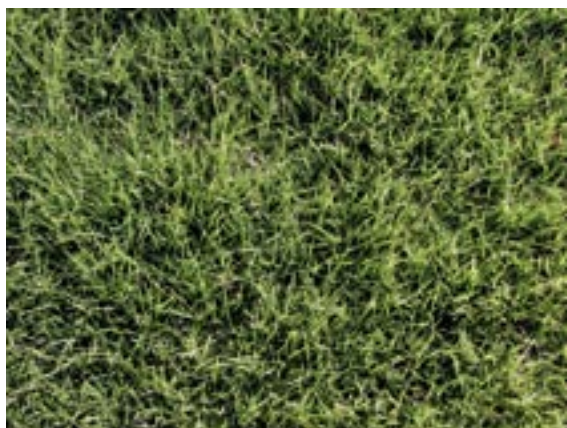


図3 ‘つくば姫’の形態

BULLETIN
OF THE
HORTICULTURAL INSTITUTE,
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER

C O N T E N T S

Yutaka FUJITA and Yoshiyuki ORIMOTO The Actual Soil, Groundwater and Fertilizer Application Conditions of a Japanese Pear Orchard in the Central Area of Ibaraki Prefecture	1
Kenichi KANEKO, Fumio SAKUMA Relationships between Fruit Maturing and Temperature in Melon Cultivar ‘Andesu No.5’	11
Masahito SUZUKI Effects of Drip-irrigation and Hot Water Soil Sterilization on the Growth of Strawberries (<i>Fragaria</i> × <i>Ananassa Duch.</i>) under No-tillage Condition	17
Satoshi MURAZAKI and Masahito SUZUKI Analysis of the Rainfall Disaster Factor in the Lettuce-Producing Area of IBARAKI	23
Takashi ISHII and Takashi KAWANO Province The Effect of Nitrogen Decrease Using Controlled-Release Fertilizer on Yield, Fertilizer Nitrogen Utilization Factor, and Lightness of the Environmental Load of Outdoor Chinese Chive Cultivation	29
Takashi ISHII and Takashi KAWANO Decreased Manure and Fertilizer Test and the Nutrient Incomings and Outgoings in Plastic Greenhouse for Chinese Chive Cultivation	37
Akira ASANO, Seishi TAKAGI, Towa NAGAI, Tsutomu ICHIMURA, Tomoyuki KOMAGATA, Nobuyuki KADOWAKI and Takeshi MOTOZU Breeding of <i>Zoisia</i> ‘Tsukuba Taro’, ‘Tsukuba Kagayaki’ and ‘Tsukuba Hime’	45