

育苗時の植物体内窒素濃度、栽植密度および収穫時の果実の着色程度がイチゴ‘いばらキッス’の収量および品質に与える影響

山邊あずさ・森田名那子・植田稔宏*・金子賢一

Effect of body nitrogen concentration nursery time, planting density, and fruit coloring at harvest on the yield and quality of strawberry cultivar 'Ibarakiss'

Azusa YAMABE, Nanako MORITA, Toshihiro UETA and Kenichi KANEKO

Summary

In this study, we aim to clarify various characteristic points, such as low initial yield and soft fruit, which are problems encountered during cultivation of the local strawberry cultivar 'Ibarakiss', using countermeasure technology.

1. The effect of the concentration of body nitrogen of nursery late harvest start to give time to be greater 'Ibarakiss' than 'Tochiotome' became clear. Reduction in the nitrogen concentration in the body of nursery plants late did not affect the total yield. It also accelerated flowering and increased the initial yield.
2. The planting density did not have an effect on the total as well as the initial yield. Decrease in planting density, led to an increase in the percentage of big ball, as well as in an improvement in fruit shape. Brix remained elevated throughout the harvest period. Therefore, a 25 cm spread was suitable for 'Ibarakiss' strains.
3. A 50% fruit coloring of 'Ibarakiss' demonstrated a hardness similar to 80% 'Tochiotome' coloring in the warm season. On the other hand, 'Tochiotome' with the same degree of coloration had a high 1.0Brix% and the 50% and 80% of coloration of 'Ibarakiss' had comparable acidity. Thus, Brix value of 'Ibarakiss' increased faster than 'Tochiotome'.

キーワード : イチゴ, 初期収量, 植物体内窒素濃度, 栽植密度, 果実品質

I. 緒言

茨城県のイチゴは栽培面積が281ha, 算出額は70億円(2011年)であり, 本県の園芸作物における重要な品目である。県内の主要品種は‘とちおとめ’で, 作付面積の80%以上を占めているが, 各県では様々な品種が開発され, ブランド化が図られている。本県においても‘いばらキッス’を育成し, 2010年に品種登録出願公表をした。

品種登録を行う前に, ‘いばらキッス’が品種となり得るかを検討するため, 2008年に県内産地において適応性試験を行ったところ, 試験を行った生産者から以下の意見が出された。1点目は「初期収量が少ない」,

*現 農業経営課

2点目は「果実が軟らかい」であった。これらの指摘は，品種の普及を推進するうえで問題となることから，その対策が必要となった。

初期収量が少ないことは，頂花房の収穫開始時期が遅いことと，‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より草勢が旺盛なため，‘とちおとめ’より広めの株間で試験栽培を行ったことにより，栽植密度が低かったことが要因として考えられた。頂果房の収穫開始時期を早めるためには，花芽分化時期を早める必要がある。イチゴの花芽は低温短日で分化するが，それには苗の窒素栄養状態が影響を与える（川里ら，1977）。そこで，育苗期の苗の植物体内窒素濃度が花芽分化時期の早晩や収量，品質に与える影響を検討した。また，栽植密度については，株間の検討を行った。次に，イチゴ果実の硬さは収穫調整作業での取り扱い性，輸送性，日持ち性および食味に影響し（植松，1998），果実の軟らかさは特に暖候期に問題となる。そこで，暖候期における果実着色程度別の品質調査を行った。

その結果，現地適応性試験において指摘された2点の対策について，新たな知見が得られたので報告する。

II. 材料および方法

1. 育苗期の植物体内窒素濃度の違いが収量・品質に与える影響

1) 実験1・2010年

‘いばらキッス’および‘とちおとめ’を供試し，育苗期に苗の植物体内窒素濃度を任意に変え，苗の生育，花芽分化の早晩，定植後の生育，収量および品質を調査した。処理区は，苗の植物体内窒素濃度が異なる植物体内窒素濃度低区（以下，「低区」とする），植物体内窒素濃度中区（以下，「中区」とする），植物体内窒素濃度高区（以下，「高区」とする）の3水準とした。1株1回当たりの施肥窒素量を60mgとし，低区については施肥回数1回，中区については施肥回数2回，高区については施肥回数3回として濃度差を設けた。なお，施肥時期は1回目が7月23日，2回目が8月11日，3回目が8月30日とし，固形肥料（窒素量60mg）を各1粒施用した（表1）。試験規模は，1区22株2反復とした。

表1 実験1の処理区

品種	処理区	施肥窒素量 (mg/株)	施用時期		
			7/23	8/11	8/30
いばら キッス	低	60	○	-	-
	中	120	○	○	-
	高	180	○	○	○
とち おとめ	低	60	○	-	-
	中	120	○	○	-
	高	180	○	○	○

育苗管理は，2010年7月20日に24穴の連結トレイに鉢上げし，鉢上げ時の培土は窒素成分を含まないものを使用した。施肥は1粒当たり成分量N60mg-P₂O₅300mg-K₂O36mg，肥効期間30日程度の固形肥料を用いて行った。苗は9月21日に所内パイプハウス内ほ場に定植し，土耕栽培を行った。本ほにおける栽培は，畝間120cm，株間23cm，1畝2条千鳥植えとし，ハウスのビニル被覆は10月13日，マルチ被覆は10月25日に行った。暖房開始温度は8℃設定とし，元肥は10a当たり成分量N15kg-P₂O₅15kg-K₂O15kg，追肥は液肥を用い，12月27日から4月15日まで月2回，合計成分量N5.5kg-P₂O₅9.2kg-K₂O9.2kgを施用した。

育苗期の苗の生育について，定植日に苗の草高，葉長，葉柄長，クラウン径を計測した。また，葉柄中の硝酸イオン濃度を8月27日，9月7日，9月14日に，葉色を9月14日に測定した。測定には第3葉を用い，葉柄中の硝酸イオン濃度は1区5株4反復，葉色は1区5株，定植苗の生育は1区8株を調査した。花芽分化程度は9月14日および20日に1区3株ずつ花芽顕鏡により確認し，定植後に開花日を調査した。開花日

は各果房の1番花が開花した日とし，1区22株2反復，花数および収量は1区10株2反復，定植後の生育は1区5株2反復で調査した。糖度測定には1区果実20個を用いた。

2) 実験2・2011年

‘いばらキッス’において，育苗期に苗の植物体内窒素濃度を任意に変え，苗の生育，花芽分化の早晚，定植後の生育，収量および品質を調査した。処理区は，育苗期の苗の植物体内窒素濃度が異なる植物体内窒素濃度低区（以下，「低区」とする），植物体内窒素濃度中区（以下，「中区」とする），植物体内窒素濃度高・前期重点区（以下，「高・前期重点区」とする），植物体内窒素濃度高・後期重点区（以下，「高・後期重点区」とする）の4水準とした。各区とも育苗培土の窒素量を1株当たり30mgとして，低区は固形肥料（窒素量60mg）を1株当たり1粒施用し，中区は固形肥料を1株当たり1粒施用した後，8/24から8/31まで液肥で1株当たり窒素15mgを追加し，高・前期重点区は固形肥料を1株当たり2粒施用し，高・後期重点区は固形肥料を1株当たり1粒施用した後，8/24から9/10まで液肥で1株当たり窒素90mgを追加した。なお，対照として‘とちおとめ’を供試し，1株当たり施肥窒素量105mgとする植物体内窒素濃度中区（以下，「おとめ中区」とする）を設定した（表2）。

表2 実験2の処理区

品種	処理区	施肥窒素量 (mg/株)	培土窒素量 (mg/株)	固形肥料		液肥	
				施肥窒素量 (mg/株)	施用時期	施肥窒素量 (mg/株)	施用時期
いばら キッス	低	90	30	60	7/25	0	-
	中	105	30	60	7/25	15	8/24~8/31
	高・前期重点	150	30	120	7/25	0	-
	高・後期重点	180	30	60	7/25	90	8/24~9/10
とちおとめ	中	105	30	60	7/25	15	8/24~8/31

育苗管理は，2011年7月20日に24穴の連結トレイに鉢上げして育苗し，鉢上げ時の培土は1株当たり窒素30mgを含むものを使用した。施肥は7月25日に実験1と同様の固形肥料を施用し，成分濃度N-P₂O₅-K₂O=5%-6%-4%の液肥を8月24日から31日までは1株当たり成分量N5mg-P₂O₅6mg-K₂O4mg，9月1日から10日までは成分量N18.7mg-P₂O₅22.4mg-K₂O15.0mgを3日毎に施用した。苗は9月14日に所内パイプハウス内ほ場に定植し，土耕栽培を行った。本ほにおける栽培は，条間120cm，株間24cm，1畝2条千鳥植えとし，ハウスのビニル被覆は10月19日，マルチ被覆は10月20日に行った。暖房開始温度は8℃設定とし，元肥は10a当たり成分量N15kg-P₂O₅25kg-K₂O15kg，追肥は液肥を用い，12月27日から4月10日まで月2回，合計成分量N3kg-P₂O₅5kg-K₂O5kgを施用した。

育苗期の苗の生育について，苗の葉長，葉柄長，クラウン径を9月14日に計測した。また，葉柄中の硝酸イオン濃度を8月31日，9月6日，9月12日に測定した。葉柄中の硝酸イオン濃度は1区5株4反復，定植苗の生育は1区5株を調査した。9月12日に1区4株ずつ花芽顕鏡を行い，花芽分化程度を調査した。開花日は1区20株2反復，収量は1区10株2反復で調査した。

2. 栽植密度の検討

‘いばらキッス’の初期収量を向上させるための栽植密度を明らかにするため，本ほでの株間を21cm（10a当たりの栽植本数7570株），23cm（同6900株），25cm（同6350株）の3水準として，収量と糖度について調査した。育苗は実験1と同様の培土と固形肥料を用い，2010年7月20日に鉢上げを行った。育苗時の施肥は，7月23日と8月11日に固形肥料を1粒ずつ合計2粒施用し，1株当たり成分量N120mg-P₂O₅600mg-K₂O72mgとした。本ほにおける栽培および試験規模と調査方法は，実験1と同様に行った。

3. 収穫時の果実着色程度の検討

‘いばらキッス’および‘とちおとめ’について，果実の着色程度別果実品質および着色の変化を調査した。果実品質は，2010年4月12日に着色程度が50%，80%，100%の果実（図4）の硬度，糖度および酸度を測定した。硬度は，着色程度別の果実各15個を収穫直後に円柱形φ5mmプランジャーを用い，貫入抵抗値を測定した。糖度はBrix糖度計により，酸度はクエン酸滴定により，果実各8個について測定した。果実の着色変化は，5月10日に50%着色の果実を収穫した後，5℃の冷蔵庫に保存し，翌11日に20℃の室温に置き，着色の変化を観察した。

Ⅲ. 結果

1. 育苗期の植物体内窒素濃度の違いが収量・品質に与える影響

1) 実験1・2010年

育苗期の植物体内窒素濃度の違いと葉柄中の硝酸イオン濃度の推移，定植苗の生育，葉色および花芽分化程度について表3に示した。葉柄中の硝酸イオン濃度においては，低区は測定を開始した8月27日から9月14日まで15~28mg/Lと最も低く推移し，中区は74~83mg/Lと中程度で推移した。高区は8月27日まででは中区と同様に推移したが，8月30日に固形肥料を施用した効果が9月7日に認められ，9月7日から14日まででは402~544mg/Lと最も高くなった。この結果から，植物体内窒素濃度が試験区の設定どおりになっていることが確認された。定植苗の生育においては，全ての試験区で‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より草高，葉長ともに大きかったが，クラウン径は同程度であった。両品種とも植物体内窒素濃度が高いほど，葉長，葉柄長，クラウン径ともに大きい傾向を示した。葉色SPAD値は，全ての試験区において‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より低く，両品種とも植物体内窒素濃度が低いほど低かった。花芽分化程度は，‘いばらキッス’においては9月14日，20日とも植物体内窒素濃度が低いほど進んだ。一方，‘とちおとめ’では9月14日は植物体内窒素濃度が低いほど分化が進む傾向がみられたが，9月20日には中区で最も分化が進んでいた。

表3 植物体内窒素濃度の違いと育苗期の葉柄中の硝酸イオン濃度の推移、苗の生育、葉色および花芽分化程度

品種	処理区	葉柄中硝酸イオン濃度 ² (mg/L)			草高 (cm)	葉長 (cm)	葉柄長 (cm)	クラウン径 (mm)	葉色 (SPAD)	花芽分化程度 ³	
		8/27	9/7	9/14						9/14	9/20
いばら キッス	低	27	15	28	13.6	18.9	7.6	7.4	40.8	3.0	2.5
	中	83	75	74	17.3	20.2	7.6	8.3	46.5	1.0	1.3
	高	83	544	402	17.3	21.1	8.1	8.9	49.9	0.6	0.5
とち おとめ	低	40	18	14	11.4	15.3	6.2	7.8	46.2	1.5	1.3
	中	78	1015	977	14.1	17.4	6.9	8.0	47.5	0.4	3.3
	高	78	990	2410	13.4	16.9	6.8	8.6	50.2	0.2	0.3

²葉柄を細かく刻み，乳鉢ですりつぶし，ガーゼで包み絞り出した液を用い，反射式光度計で測定した。

³0:未分化 1:肥厚初期 2:肥厚中期 3:肥厚後期 4:2分割期

頂花房開花時の生育，頂花房の花数，頂花房および第1次腋花房の開花日を表4に示した。頂花房開花時の生育は，‘いばらキッス’では低区と中区は差がみられなかったが，高区で葉長，葉柄長ともに大きくなった。一方，‘とちおとめ’では植物体内窒素濃度の違いが生育に与える影響は認められなかった。頂花房の花数においては，両品種とも植物体内窒素濃度が高いほど花数は多くなり，同程度の濃度では‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より花数が少なかった。頂花房の開花日については，両品種とも植物体内窒素濃度が低いほど頂花房の開花日は早くなった。各試験区における開花日の差は‘いばらキッス’が8~9日であるのに対して，‘とちおとめ’では5~6日であったため，‘いばらキッス’の方が開花日の早晩に植物体内窒素濃度の

影響を受ける傾向がみられた。第1次腋花房の開花は全ての試験区において，‘いばらキッス’が‘とちおとめ’より早かった。

‘いばらキッス’は，植物体内窒素濃度が低いほど12月の収量は多くなったが，12月～3月までの総収量は同等であった(表5)。「とちおとめ」は，植物体内窒素濃度が高いほど収量が多くなる傾向がみられた。‘いばらキッス’における植物体内窒素濃度と果実のサイズ別割合，規格別割合を表6に示した。植物体内窒素濃度が低いほどDXサイズの割合が多くなる傾向がみられたが，3Lサイズ以下では植物体内窒素濃度による違いはみられなかった。また，植物体内窒素濃度が低いほど正常果およびA品の割合が高まり，B品の割合が低くなる傾向がみられた。果実糖度は，低区と中区はほぼ同様に推移したが，高区では3月に糖度の低下がみられた(図1)。

表4 植物体内窒素濃度の違いと頂花房開花時の生育，頂花房の花数および開花日

品種	処理区	草高 (cm)	葉長 (cm)	葉柄長 (cm)	頂花房の花数 (花/株)	開花日 ^x (月/日)	
						頂花房	第1次腋花房
いばら キッス	低	11.1	19.5 a	8.4 a	13.8 ± 1.1 ^y	11/10.3 ± 0.6	12/26.9 ± 0.3
	中	11.7	19.3 a	8.6 a	16.9 ± 1.0	11/18.4 ± 0.6	1/ 0.2 ± 0.8
	高	13.2	21.8 b	10.2 b	20.0 ± 1.9	11/27.9 ± 3.1	1/ 7.8 ± 3.5
有意性 ^z		ns	**	**	-	-	-
とち おとめ	低	8.2	14.5	6.3	15.0 ± 0.1	11/12.0 ± 0.9	12/30.0 ± 3.5
	中	8.5	13.8	5.6	19.4 ± 1.5	11/16.8 ± 0.4	1/ 6.7 ± 2.1
	高	9.7	15.6	7.0	23.3 ± 1.5	11/23.4 ± 5.2	1/11.1 ± 4.7
有意性 ^z		ns	ns	ns	-	-	-

^z **, *はそれぞれ分散分析により 1%, 5%水準の有意差があることを，nsは有意差がないことを示す(n=2)

多重比較はTukey法により，異符号間に有意差があることを示す

^y 標準誤差を示す(n=2)

^x 平均開花日を示す

表5 植物体内窒素濃度の違いと収量

品種	処理区	収量 (g/株) ^z					換算収量 ^y (t/10a)	果実数 (個/株)	果実重 (g/個)
		12月	1月	2月	3月	計			
いばら キッス	低	80.7 a	124.4	177.4	167.2	549.7	3.8	31.1	17.7
	中	38.5 b	171.4	176.6	166.6	553.1	3.8	32.0	17.3
	高	7.8 c	151.7	230.4	159.2	549.0	3.8	32.7	16.8
有意性 ^x		**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
とち おとめ	低	62.3	121.3	137.3	69.8	390.7	2.7	22.8	17.1
	中	47.2	163.8	122.6	86.6	420.2	2.9	26.9	15.6
	高	48.8	169.8	165.8	95.9	480.1	3.3	29.9	16.1
有意性		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z 7g以上の果実 ^y 6900株/10a

^x **, *はそれぞれ分散分析により 1%, 5%水準の有意差があることを，nsは有意差がないことを示す(n=2)

多重比較はTukey法により，異符号間に有意差があることを示す

表6 ‘いばらキッス’における植物体内窒素濃度の違いと果実のサイズ別割合および規格別割合

処理区	果実のサイズ別割合(%) ^z						果実の規格別割合(%) ^y		
	DX	3L	2L	L	M	S	正形果	A品	B品
低	16.4	10.3	27.2	27.7	11.1	7.2	67.1	27.2	5.6
中	13.6	10.0	32.9	26.4	8.6	8.5	62.7	26.9	10.5
高	11.0	10.2	33.2	22.6	14.2	8.7	62.2	25.8	11.9

^z DX 27g以上，3L 22g～27g未満，2L 15g～22g未満，L 11g～15g未満，M 9g～11g未満，S 7g～9g未満

^y 正形果：形状が優れるもの A品：11g以上の果実で形状がやや劣るもの B品：形状が劣るもの

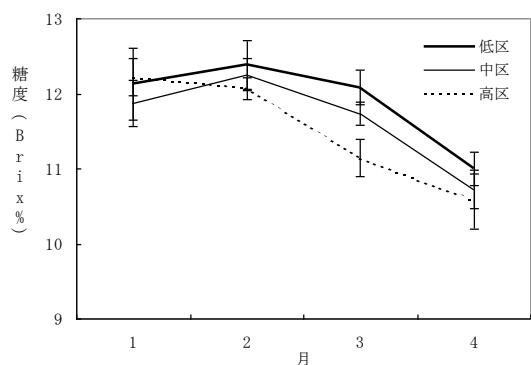


図1 ‘いばらキッス’における植物体内窒素濃度の違いと果実糖度の推移
バーは標準誤差を示す (n=20)

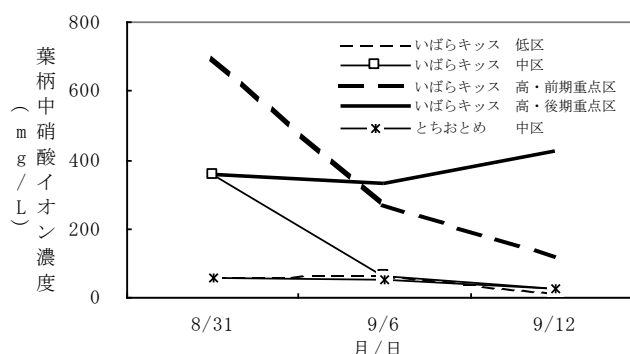


図2 植物体内窒素濃度の違いと葉柄中の硝酸イオン濃度の推移

2) 実験2・2011年

育苗期の植物体内窒素濃度の違いと葉柄中の硝酸イオン濃度の推移を図2に示した。‘いばらキッス’における葉柄中の硝酸イオン濃度は、8月31日から9月6日までの時点では低区が最も低く、次いで中区、高・前期重点区、高・後期重点区の順に高かった。なお、8月31日における葉柄中の硝酸イオン濃度について、低区は58mg/L、中区と高・後期重点区は356mg/L、高・前期重点区は696mg/Lであった。9月6日から9月12日までは、低区と中区が同程度となり、高・前期重点区、高・後期重点区の順に高かった。この結果から、植物体内窒素濃度が試験区の設定どおりになっていることが確認された。

定植時の苗の生育は、植物体内窒素濃度の違いによる影響はみられなかった(表7)。花芽分化程度については、‘いばらキッス’の全ての区で‘とちおとめ’より遅れており、頂花房および第1次腋花房の開花始期は、‘いばらキッス’は全ての区で‘とちおとめ’より遅かった。‘いばらキッス’においては、8月31日から9月6日までの植物体内窒素濃度が低いほど、開花が早くなる傾向がみられた。

12月の収量は低区が最も多く、次いで中区、高・後期重点区、高・前期重点区の順であった(表8)。この結果は、頂花房の開花始期が早かった順であり、開花時期が早いほど初期収量は多くなった。1月の収量は高・前期重点区、高・後期重点区が同程度に多く、次いで中区、低区の順であったが、その後、区による違いはみられず、11月～3月までの総収量は同等であった。

表7 植物体内窒素濃度の違いと定植時苗の生育、開花始期および花芽分化程度

品種	処理区	定植時苗の生育			開花始期 ^z		花芽分化程度 ^y
		葉長 (cm)	葉柄長 (cm)	クラウン径 (cm)	頂花房	第1次腋花房	
いばらキッス	低	29.9	19.9	9.2	11/ 5.5 ± 1.5 ^x	12/20.5 ± 1.5	2.0
	中	30.4	20.4	10.3	11/13.0 ± 1.0	12/23.0 ± 1.0	1.8
	高・前期重点	27.9	19.2	9.5	11/16.0 ± 1.0	1/ 4.0 ± 0	1.8
	高・後期重点	30.9	21.3	11.0	11/14.5 ± 0.5	12/23.5 ± 2.5	1.2
とちおとめ	中	28.2	19.3	10.0	10/27.0 ± 1.0	12/ 4.5 ± 2.5	4.2

^z 全体の株のうち30%の株が開花した日

^y 0:未分化 1:肥厚初期 2:肥厚中期 3:肥厚後期 4:2分割期

^x 標準誤差を示す (n=2)

表 8 植物体内窒素濃度の違いと収量

品種	処理区	収量 (g/株)					換算収量 (t/10a)	果実数 (個/株)	果実重 (g/個)	
		11月	12月	1月	2月	3月				計
いばらキッス	低	9.1	136.4 a ^z	103.8 b	96.8	160.4	506.4	3.2	30.8	16.4
	中	1.5	79.3 b	122.0 ab	105.7	152.0	460.4	2.9	29.2	15.8
	高・前期重点	0.0	24.6 c	155.2 a	117.4	145.4	442.5	2.8	28.0	15.8
	高・後期重点	0.0	43.8 bc	146.6 a	131.5	152.0	473.7	3.0	28.8	16.4
とちおとめ	中	20.1	152.7	80.4	75.4	73.1	401.6	2.6	26.3	15.3

^z 異符号間に Tukey の多重検定において 5%水準で有意差あり (n=2)

2. 栽植密度の検討

‘いばらキッス’における株間と収量について表 9 に示した。10a 当たりの収量は各月，合計ともに違いがみられず，栽植密度が初期収量に与える影響は認められなかった。一方，1 株当たりの収量および果実数は株間が広いほど多く，2L 以上の果実割合は多くなる傾向がみられた (表 10)。果実の規格別割合は，株間が広いほど A 品率が高まり，B 品率が低下する傾向がみられた。果実糖度は，株間 21cm では常に低く推移し，23cm では 3 月までは 25cm と同程度であったが，5 月には 21cm と同程度まで低下した (図 3)。

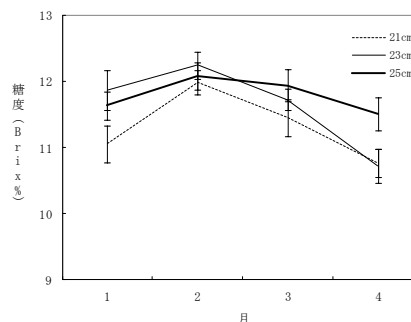


図 3 ‘いばらキッス’における株間と果実糖度の推移
バーは標準誤差を示す (n=20)

表 9 ‘いばらキッス’における株間と収量

品種	株間	10a 当たり株数 (株)	収量 (kg/10a) ^z					収量 (g/株)	果実数 (個/株)	果実重 (g/個)
			12月	1月	2月	3月	計			
いばらキッス	21cm	7,570	292	1296	1480	1057	4125	544.9	32.0	17.0
	23cm	6,900	266	1183	1219	1149	3816	553.1	32.0	17.3
	25cm	6,350	333	1139	1451	1071	3994	629.0	35.2	17.9
有意性 ^y			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z 7g 以上の果実

^y 分散分析により ns は有意差がないことを示す (n=2)

表 10 ‘いばらキッス’における株間と果実のサイズ別割合および規格別割合

株間	果実のサイズ別割合 (%) ^z								果実の規格別割合 (%)			
	DX		3L	2L	L	M	S	2L 以上	L 以下	正形果	A 品	B 品
	21cm	12.3	8.4	33.3	26.6	10.2	9.2	54.1	45.9	63.5	24.7	11.7
23cm	13.6	10.0	32.9	26.4	8.6	8.5	56.5	43.5	62.7	26.9	10.5	
25cm	13.2	12.2	33.6	24.2	9.7	7.1	59.0	41.0	63.8	28.9	7.3	

^z DX 27g 以上，3L 22g~27g 未満，2L 15g~22g 未満，L 11g~15g 未満，M 9g~11g 未満，S 7g~9g 未満

^y 正形果：形状が優れるもの A 品：11g 以上の果実で形状がやや劣るもの B 品：形状が劣るもの

3. 収穫時の果実着色程度の検討

果実の着色程度と硬度を図 4 に示した。硬度は，いずれの着色程度においても，‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より低く，‘とちおとめ’の 80%着色時と‘いばらキッス’の 50%着色時の硬度がほぼ同等であった。

100%着色時における糖度は両品種とも同等であったが，50%および 80%着色時では，‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より 1.0Brix%高かった (表 11)。酸度は同等であり，着色が同程度の果実の糖酸比を比較すると，

いずれの着色程度においても‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より高く，また‘いばらキッス’の50%着色時と‘とちおとめ’の80%着色時の糖酸比は同等であった。収穫後の‘いばらキッス’の果実の着色の変化を図5に示した。50%着色時の果実を20℃の室温に2日間置くことで，100%着色まで変化した。

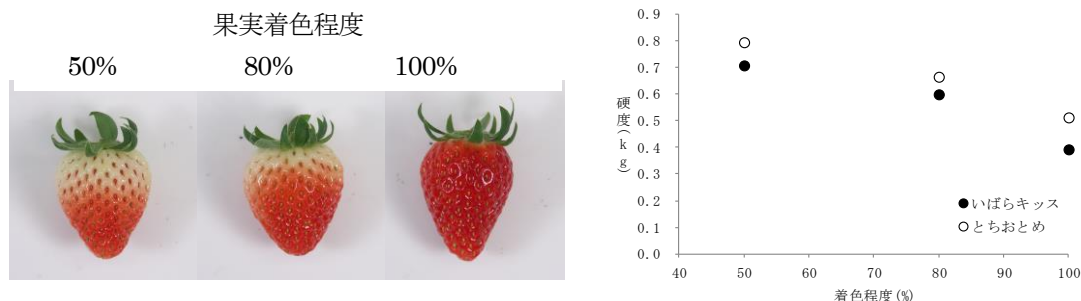


図4 果実の着色程度と硬度

表11 果実の着色程度と品質

品種	糖度 (Brix%)			酸度 (クエン酸 g/100g)			糖酸比 (Brix%/クエン酸g)		
	着色程度			着色程度			着色程度		
	50%	80%	100%	50%	80%	100%	50%	80%	100%
いばらキッス	9.1	9.0	9.9	0.8	0.8	0.5	11.2	12.0	19.0
とちおとめ	8.1	8.0	9.8	0.8	0.7	0.6	10.3	11.0	15.4



図5 ‘いばらキッス’の50%着色果実の着色の変化

IV. 考察

イチゴの花芽は低温短日条件で分化し，植物体内窒素濃度は低温や短日に対する感受性に影響を及ぼすとされている(植松，1998)。葉柄中の硝酸イオン濃度と花芽分化の関係は古くから論じられ，葉柄中の硝酸態窒素濃度が高いと花芽分化が遅れることから(川里ら，1977)，ポット育苗において9月中旬に定植する場合，8月下旬以降に葉柄中の硝酸イオン濃度を低下させる必要があるとされている。このことは，本研究でも同様の結果であり，9月上旬の葉柄中の硝酸イオン濃度が低いほど花芽分化程度が進む傾向がみられ，頂花房の開花時期は早くなった。しかし，植物体内窒素濃度低，中，高区における開花日の差は‘いばらキッス’が8～9日であるのに対して，‘とちおとめ’では5～6日であったため，‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より葉柄中の硝酸イオン濃度の低下不足が顕著に開花の遅延に影響すると考えられた。川里ら(1977)によると，花芽分化に対する温度と日長が限界条件にある時期では，植物体内窒素濃度の低い苗が早く分化し，温度と日長が花芽分化に十分な条件にある時期は，植物体内窒素濃度が高い苗でもあまり遅れずに花芽分化すると報告されている。温度と日長に対する感受性は品種により異なり，‘いばらキッス’は‘とちおとめ’よりも高温，もしくは長日条件で花芽分化が遅延しやすいと推察された。

収量においては，‘いばらキッス’では育苗期後半の植物体内窒素濃度による違いは認められなかったが，‘とちおとめ’では植物体内窒素濃度が多いほど収量が多くなる傾向がみられた。深澤（2001）によると，‘とちおとめ’は育苗期の株当たり施肥窒素量が70mgと少ないと収量が低下するため，140mg程度必要と報告されている。また，‘とちおとめ’では，育苗期後半の肥料不足で腋芽の発育が不良となり，花芽分化後も肥料不足が続くと腋芽の生育が停止する「心止まり株」が発生する（深澤，2001）。そのため，‘とちおとめ’では，育苗期後半の植物体内窒素濃度を低下させすぎないような栽培指導が行われてきた。しかし，‘いばらキッス’は，‘とちおとめ’と同じ施肥管理では‘とちおとめ’より開花時期が遅くなるが，心止まり株の発生がないため，植物体内窒素濃度を低下させることで開花時期を早めることができると考えられた。さらに，育苗期後半の植物体内窒素濃度が低くても収量は変わらず，むしろ初期収量は多くなり，果実形状が向上し，果実糖度は高く推移する傾向が認められた。

実験1では，肥料が切れる時期を施肥窒素量の多少により調節したため，施肥窒素量が多いほど育苗期後半の葉柄中の硝酸イオン濃度が高くなり，施肥窒素量と葉柄中の硝酸イオン濃度のどちらが開花日や収量に影響を与えていたかがはっきりしなかった。そこで，実験2では8月31日から9月6日までと，9月6日から9月12日までの葉柄中の硝酸イオン濃度が異なるように試験区を設定した結果，頂花房の開花時期は施肥窒素量ではなく，9月6日前までの葉柄中の硝酸イオン濃度に影響を受けた。これらのことから，‘いばらキッス’は9月6日より前に花芽分化をする方向に向かったと推測され，開花を遅らせないためには，その時期までに葉柄中の硝酸イオン濃度を低区と同程度の60mg/L程度まで下げる必要があると考えられた。

株間の違いが収量に及ぼす影響は，‘女峰’（松村，1994），‘さちのか’（中島ら，1998），‘紅ほっぺ’（馬場ら，2002），‘あまおう’（田中ら，2011）において，1株当たりの収量および収穫果数は，株間が狭いほど少なくなると報告されている。‘いばらキッス’において，栽植密度が初期収量に及ぼす影響はみられなかったが，他品種で報告されているとおり，株間が狭くなるほど1株当たりの収量および収穫果数は少なくなる傾向を示した。また，株間が広くなるほど果実重は大きくなり，B品の発生が減少し，果実形状が向上した。B品は主に種子の一部が不受精となることで発生する奇形果（植松，1998）であった。不受精の原因は花粉の稔性低下や雌ずいの発育不良であるが，太田ら（1972）や吉田ら（1999）によると，花粉の稔性低下の要因の一つは，光合成による同化産物量不足と考えられている。また，雌ずいの発育も花粉と同様に，遮光や摘葉の悪影響を受けるため（太田ら，1972），充実した雌ずいを得るためには十分な同化産物量が確保されなければならないと報告されている（植松，1998）。そのため，本研究では株間が広いほど受光体制が良くなり，光合成による同化産物量が増加し，収量および果実形状が向上したと考えられた。また，日射が弱いと糖含量が減少し（西村ら，1992），摘葉を多く行って葉を少なくしても糖含量が減少することから，果実糖度も同化産物量に影響を受けると報告されている（植松，1998）。果実糖度は，株間21cmでは2月を除いて他の区よりも低かった。イチゴは2月に株が最も小さくなり，日射量の増加とともに3月以降に草勢が回復する。そのため，株が最も小さくなった2月は株間の違いが同化産物量に影響を及ぼさず，糖度に差が見られなかったと考えられた。また，3月までは株間23cmと25cmで糖度は同等であったが，その後，株間25cmで糖度が高く推移したことから，4月以降に株間23cmでは狭くなり，同化産物量が減少したと推測された。株間の違いは初期収量および総収量に影響を与えなかったため，品質の面において‘いばらキッス’の株間は‘とちおとめ’より広めの25cmが適すると考えられた。

100%着色果実の糖度が両品種同程度の株を供試して，50%と80%着色果実の糖度を調べた結果，‘いばらキッス’は‘とちおとめ’より1.0Brix%高かった。このことから，‘いばらキッス’は果実着色が進む前から糖度が上昇する品種であると考えられた。また，50%着色果実を20℃の室温に2日間置くことで，100%まで着色することが確認された。果実硬度と日持ち性との間に密接な関係が認められることから（門馬ら，1978），‘いばらキッス’の硬度が着色同程度の‘とちおとめ’より低いことは，流通上での果実の傷みの発生が危惧された。特に，暖候期は果実の傷みの発生が問題となるため，‘とちおとめ’は80%着色で出荷を行っている。80%着色の‘とちおとめ’の硬度は，‘いばらキッス’の50%着色の硬度と同程度であるため，50%程度で収穫する必要性が考えられた。一方，‘いばらキッス’は早取りしても糖度は‘とちおとめ’より高く，

果実着色も収穫後に100%着色まで進むことから、流通上の傷みは早取りすることで解決できると考えられた。

V. 摘要

イチゴ‘いばらキッス’を現地に普及させるために問題となった初期収量が少ない、果実が軟らかいという点について品種特性を明らかにし、対策技術を検討した。初期収量が少ない要因として、収穫開始時期が遅い、栽植密度が低いという2点が考えられたため、初期収量と植物体内窒素濃度および栽植密度との関係を明らかにした。また、果実が軟らかい点に対しては、果実の軟らかさは特に暖候期に問題となるため、暖候期における果実着色程度別の品質調査を行った。

1. 育苗期後半の植物体内窒素濃度が収穫開始時期に与える影響は、‘いばらキッス’が‘とちおとめ’より大きかった。‘いばらキッス’において、育苗期後半に植物体内窒素濃度を低下させることで、開花時期は早まり初期収量が増加したが、総収量に及ぼす影響はみられなかった。また、果実形状は向上し、糖度は収穫期間を通して高く推移した。そのため、‘いばらキッス’は育苗期後半に植物体内窒素濃度を60mg/L程度まで低下させる必要があると考えられた。
2. 栽植密度の違いが、初期収量および総収量に及ぼす影響はみられなかった。栽植密度が低下することで、1株当たりの果実数および1果実重は増加する傾向がみられ、1株当たりの収量が増加した。また、果実は大玉果の割合が増加し、形状は向上し、糖度は収穫期間を通して高く推移した。そのため、‘いばらキッス’の株間は‘とちおとめ’より広めの25cmが適すると考えられた。
3. 暖候期における‘いばらキッス’の50%着色の果実は、‘とちおとめ’の80%着色のものと同程度の硬度を示した。一方、‘いばらキッス’の50%着色と80%着色の果実は、それぞれ着色が同程度の‘とちおとめ’より1.0Brix%程度高く、酸度は同程度であった。これにより、‘いばらキッス’は早取りしても糖度は‘とちおとめ’より高く、果実着色も収穫後に100%着色まで進むことから、流通上の傷みは早取りすることで解決できると考えられた。

引用文献

- 馬場富二夫・竹内隆・中根健・鈴木則夫. 2002. イチゴ‘紅ほっぺ’の高設栽培における栽培特性と適応性. 静岡農試研報. 47: 15-23.
- 深澤郁男. 2001. いちご「とちおとめ」の栽培技術. 栃木県農業試験場, 新技術シリーズ. 3.
- 川里宏・中枝健. 1977. イチゴの促成作型確立に関する研究(第1報)花芽分化期前後の葉柄中硝酸態窒素濃度が花成並びに収量に及ぼす影響. 栃木農試研報. 23: 105-112.
- 松村雅彦. 1994. 促成イチゴにおける栽培条件の違いが生育, 収量及び品質に及ぼす影響. 静岡農試研報. 39: 29-39.
- 門馬信二・上村昭二. 1978. イチゴ果実の日持ち性の品種間差異並びに日持ち性と果皮・果肉の硬さとの関係. 野菜試報B2: 1-10.
- 中島規子・田中和夫・山崎篤. 1998. 栽植密度がイチゴの生育及び収量に及ぼす影響. 農林水産省野菜・茶業試験場久留米支場年報, 福岡, 11: 125-129.
- 西村仁一・吉岡宏・花田俊雄, 1992. イチゴ果実の色調と硬さに及ぼす夜温・光の影響. 園学雑. 61別2: 450-451
- 太田一・松村茂雄・大鹿保治. 1972. ハウス栽培イチゴの奇形果に関する研究. 群馬園試報. 1: 1-19.
- 田中良幸・姫野修一・田中浩平・林田達也. 2011. イチゴ「あまおう」の高設栽培における定植時の株間が生育, 収量および品質に及ぼす影響. 福岡農試研報. 30: 60-65.
- 植松徳雄. 1998. イチゴ栽培の理論と実際. 誠文堂新光社.
- 吉田裕一・谷本圭一郎. 1999. イチゴ‘女峰’花粉稔性の変化と日射量, 気温並びに体内炭水化物, 無機養分濃度との関係. 岡山大学農学部学術報告. 88: 39-45.