

第 50 号

研 究 時 報

2011年 3月

秋田県農林水産技術センター農業試験場

目 次

1. 八郎潟干拓地水田における長期要素欠如及び有機物施用の影響－堆肥の長期連用が水稻おの生育及び窒素吸収に及ぼす影響－	1	伊藤千春・渋谷岳・林雅史
2. 有機肥料施用下での水稻の生育・収量に及ぼす栽植密度の影響	3	伊藤千春・渋谷岳・林雅史
3. 水田への有機質資材の施用が温室効果ガス発生量に及ぼす影響	5	林雅史・小林ひとみ [*] ・伊藤千春・渋谷岳 ([*] 秋田地域振興局)
4. 秋田県内で製造されている堆肥の窒素・リン酸・カリの化学肥料代替量	7	石田頼子・金和裕・佐藤善政 [*] ・佐藤寛子 ^{***} ・金田吉弘 ^{***} ([*] 果樹試験場、 ^{**} 畜産試験場、 ^{***} 秋田県立大学生物資源科学部)
5. 秋田県内で製造されている堆肥の成分（窒素・リン酸・カリ）の特徴	9	石田頼子・金和裕・佐藤寛子 [*] ・佐藤善政 ^{***} ・金田吉弘 ^{***} ([*] 畜産試験場、 ^{**} 果樹試験場、 ^{***} 秋田県立大学生物資源科学部)
6. 秋田県の農耕地土壌のリン酸とカリは蓄積傾向にある	11	中川進平・伊藤千春・金和裕・伊藤正志・石田頼子・武田悟
7. 大規模大区画水田群における無代かき栽培導入による八郎湖水質の改善効果	13	渋谷岳・原田久富美 [*] ・伊藤千春・嶋国吉 ^{**} ・高井貢 ^{**} ・塚原純哉 ^{**} ・和泉征仁 ^{**} ・山崎幸司 ^{**} ・小林ひとみ ^{***} ・谷口吉光 ^{****} ・佐藤孝 ^{****} ・金田吉弘 ^{****} ([*] 農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所、 ^{**} (株)日水コン、 ^{***} 秋田地域振興局農林部、 ^{****} 秋田県立大学生物資源科学部)
8. 水稻育苗ハウスの後作葉菜類における残留基準値超過リスクの低い育苗箱施用農薬	15	佐山玲・深谷富夫 [*] ([*] J A全農)
9. スイカ品種「あきた夏丸」の収穫適期と収穫判断基準	17	本庄求・篠田光江・田口多喜子・佐藤菜々子 [*] ([*] 農鹿角地域振興局普及指導課)
10. スイカ「秋田夏丸」の成熟に伴う糖の変化	19	篠田光江・本庄求

11. 砂壤土水田における育苗箱全量施肥法を用いた高品質米生産技術の現地実証 第1報 水稻生育と玄米品質・・・・・・・・・・	2 1	進藤勇人・三浦恒子・佐藤雄幸
12. 砂壤土水田における育苗箱全量施肥法を用いた高品質米生産技術の現地実証 第2報 養分吸収特性と土壌化学性・・・・・・・・	2 3	進藤勇人・三浦恒子・佐藤雄幸
13. 秋田県北地域における水稻栽植密度低下の影響・	2 5	佐藤雄幸・進藤勇人・金和裕
14. 寒冷地におけるダイズ品種リュウホウの晩播栽培における高品質安定生産・・・・・・・・・・	2 7	松波寿典・井上一博*・佐藤雄幸・佐藤健介・小笠原泉**・佐々木景司・猿田進・佐藤敬亮 (*元秋田県仙北地域振興局、**由利地域振興局)
15. 「あきたecoらいす」における雑草防除・・・・・・・・	2 9	三浦恒子・藤井直哉
16. 水稻新品種「ゆめおばこ」の施肥反応・・・・・・・・	3 1	柴田智、佐藤雄幸、佐藤馨
17. 畝立て栽培による大豆黒根腐病の防除・・・・・・・・	3 3	佐藤馨、松本眞一・北川悦子・村上章

八郎潟干拓地水田における長期要素欠除及び有機物施用の影響

— 堆肥の長期連用が水稻の生育及び窒素吸収に及ぼす影響 —

伊藤千春・渋谷岳・林雅史

1. ねらい

既報¹⁾において、八郎潟干拓地水田では堆肥施用による増収効果が明瞭でないことや、堆肥施用が穂数よりも一穂粒数の増加に寄与していることを明らかにした。本報では、堆肥の長期連用に伴う土壌の窒素肥沃度や水稻の窒素吸収経過、生育相の変化と特徴を連用年数別に検討した。

2. 試験方法

(1) 試験圃場、試験年次等の概要

既報¹⁾のとおり。

(2) 試験区

三要素区及び堆肥区。堆肥区は、肥料三要素に加え堆肥を原物 1.2t/10a 施用している。堆肥の原材料は、牛糞・豚糞・鶏糞におが屑や稲わら等を混合したもので、成分は原物当たり概ね窒素 0.6～1.5%、リン酸 1.3～2.7%、加里 1.3～2.4%、CN 比 13～19 であった。

(3) データの集計方法

1981年～1984年をⅠ期(連用当初)、1999年～2001年をⅡ期(約20年経過後)、2006年～2009年をⅢ期(約30年経過後)としてデータを集計した。

3. 結果及び考察

三要素区は、土壌の全窒素と可給態窒素が試験開始以来ほぼ横ばいの傾向であったが、堆肥区では全窒素が増加傾向にあり、可給態窒素は1990年頃まで増加した後、ほぼ横ばいの傾向にあった(図1)。

堆肥区における土壌の残存窒素を三要素区と比較すると、Ⅰ期では、6月上旬でやや少なく、中下旬は同等で7月にやや多かった。Ⅱ期では、各時期とも堆肥区の方が多く、特に6月下旬に両区の差が拡大した。Ⅲ期では、6月上旬から下旬まで堆肥区の方が多く、特に上中旬において三要素区との差がⅡ期より拡大した一方、7月中旬には両区とも残存窒素がほぼ消失した(図2)。このように、堆肥施用による土壌の残存窒素の増加傾向が、連用とともに水稻生育のより

前半で顕著になってきたことが伺えた。

堆肥区における水稻の窒素吸収量は、Ⅰ期では減数分裂期まで三要素区より少なかったが、その後出穂期までに増大する傾向にあった。Ⅱ期では、有効茎決定期まで三要素区より少ないものの、幼穂形成期から出穂期にかけての吸収量が顕著に多かった。Ⅲ期では、生育初期から出穂期まで、堆肥区の方が若干多い傾向にあった(図3)。

茎数、草丈の推移によると、Ⅰ期では、いずれも幼穂形成期まで堆肥区の方が劣る傾向にあったが、穂数と稈長は堆肥区の方が優り、倒伏程度も大きかった。Ⅱ期における茎数の推移にもⅠ期と同様の傾向が認められたが、草丈・稈長は生育期間を通じて堆肥区の方が長く、倒伏程度も大きかった。Ⅲ期では、生育期間を通じて堆肥区の方が茎数、草丈ともに優っており、連用の長期化によって茎数の確保が容易になったことが伺える。なお、Ⅲ期においても稈長及び倒伏程度は堆肥区の方が大きかった(表1)。

収量及び収量構成要素によると、Ⅰ期では、堆肥施用により穂数が若干増加したものの一穂粒数は減少し、登熟歩合に差が無く精玄米重は同等であった。Ⅱ期では、堆肥施用により一穂粒数が大幅に増加した一方、登熟歩合の低下が著しく、精玄米重は若干減少した。Ⅲ期では、堆肥区の穂数が若干多いだけで他の収量構成要素にはほとんど差が認められず、堆肥区の精玄米重は三要素区を僅かに上回った。堆肥区では、Ⅱ期まで総窒素吸収量が多い割に玄米生産効率が低かったものの、Ⅲ期には総窒素吸収量が三要素区より若干多い程度となり、玄米生産効率が三要素区並みとなった(表2)。このような変化は、堆肥区における生育中期以降の過大な窒素吸収が無くなり、生育初期から窒素が吸収され茎数の確保が容易になったことに起因すると推察された。

4. まとめ

堆肥施用により、連用当初は土壌中の残

存窒素が生育初期にやや少なく、水稻の初期生育がやや抑制される一方で生育中期以降に窒素吸収量が増大する傾向が認められたが、近年は生育初期から土壌の残存窒素が多く水稻が窒素を吸収することで茎数の

確保が容易になっている。収量性も改善されつつあるが、稈長が伸び倒伏程度が高まる傾向は、連用当初と変わらず近年においても認められる。

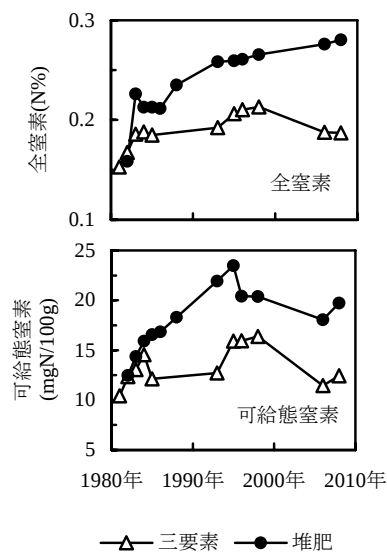


図1 土壌（作土）の全窒素及び可給態窒素の推移

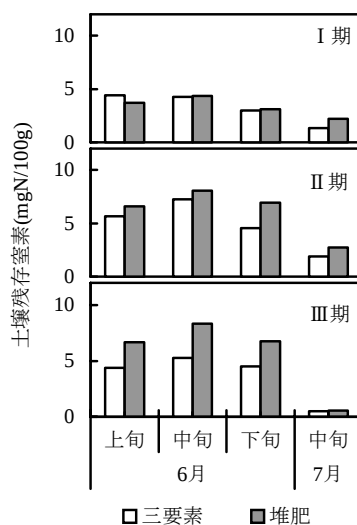


図2 土壌の残存窒素の推移
注) II期は2000年と2001年、III期は2008年と2009年の平均

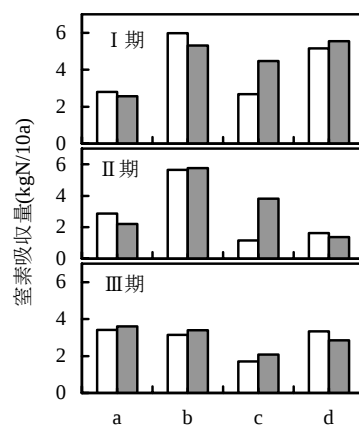


図3 水稻の時期別窒素吸収量

注1) 凡例は図2と同じ。注2) a:有効茎決定期まで、b:有効茎決定期～幼形期、c:幼形期～出穂期、d:出穂期～成熟期。I期は、幼形期でなく減分期で区切っている。

表1 水稻の茎数、草丈の推移及び倒伏程度

時期 ^a	区	茎数(本/m ²)				草丈(cm)				倒伏 ^b 程度
		有効茎決定期	最高分げつ期	幼穂形成期	成熟期(穂数)	有効茎決定期	最高分げつ期	幼穂形成期	成熟期(稈長)	
I期	三要素	462	622	752	413	38.8	47.3	65.4	86.0	1.50
	堆肥	439	574	720	435	38.7	45.2	62.4	88.0	2.50
		(95)	(92)	(96)	(105)	(100)	(96)	(95)	(102)	(167)
II期	三要素	503	634	689	441	34.2	50.3	68.8	89.9	3.83
	堆肥	387	571	633	454	35.4	51.3	71.3	94.0	4.00
		(77)	(90)	(92)	(103)	(104)	(102)	(104)	(105)	(104)
III期	三要素	457	641	615	421	39.4	53.9	65.3	87.4	0.59
	堆肥	493	690	665	432	39.9	55.2	67.2	89.7	1.44
		(108)	(108)	(108)	(103)	(101)	(103)	(103)	(103)	(242)

注1) カッコ内は三要素区に対する堆肥区の指数。注2) a: I期トヨニシキ、II・III期あきたこまちを作付け。b: 0(無倒伏)～5(全面倒伏)の6段階評価。

表2 水稻の収量及び収量構成要素、窒素吸収量

時期 ^a	試験区	穂数(本/m ²)	一穂初数(千粒/穂)	登熟歩合(%)	千粒重 ^b (g/千粒)	精玄米重 ^b (kg/10a)	総窒素吸収量(kgN/10a)	玄米生産効率(kg/kg)
I	三要素	413	70.7	89.4	21.3	582	16.6	35.0
	堆肥	435	68.1	89.2	21.7	589	17.9	32.9
		(105)	(96)	(100)	(102)	(101)	(108)	(94)
II	三要素	443	65.0	83.1	22.2	575	11.3	50.8
	堆肥	458	73.8	74.3	22.0	554	13.2	42.1
		(103)	(113)	(89)	(99)	(96)	(116)	(83)
III	三要素	421	70.7	90.5	22.3	600	11.6	51.7
	堆肥	432	71.3	89.6	22.2	614	11.9	51.6
		(103)	(101)	(99)	(100)	(102)	(103)	(100)

注1) カッコ内は三要素区に対する堆肥区の指数。注2) a: I期トヨニシキ、II・III期あきたこまちを作付け。b: 篩目1.75mm、水分15%換算。

引用文献

1)伊藤千春・渋谷岳・小林ひとみ. 2009. 八郎潟干拓地水田における長期要素欠除及び有機物施用の影響. 第1報 水稻の収量変動と収量構成の特徴. 東北農業研究 62: 41-42.

有機肥料施用下での水稻の生育・収量に及ぼす栽植密度の影響

伊藤千春・渋谷岳・林雅史

1. ねらい

秋田県大潟村においては、有機肥料の連用によって水稻の収量性が高まる一方、稈長が伸びて倒伏程度が高まる場合がある¹⁾。大潟村の水田土壌は、一般に排水性が劣るために収穫時においても圃場が乾きにくく、水稻の倒伏はそれを助長する。また、大潟村は一戸当りの経営面積が大きく、数千枚の苗箱を必要とする。そこで、苗箱数の低減と耐倒伏性の向上を目指し、単位面積当りの苗数を慣行栽植密度の半分程度まで減らした疎植栽培について、有機肥料施用下での生育や収量等への影響を検討した。

2. 試験方法

(1) 試験圃場及び土壌条件

秋田農技セ農試大潟農場、圃場番号 1N-2 (細粒質斑鉄型グライ低地土、強粘質)

(2) 供試品種

あきたこまち

(3) 試験年次

2007～2009 年。データは 3 年間の平均で示した。

(4) 供試肥料及び施肥量

化学肥料はシグモイド型被覆尿素 60 日タイプ、4kgN/10a (育苗箱全量施肥)。有機肥料は M 社製鶏ふんペレット (保証値 T-C35.2%、T-N3.7%)、2kgN/10a (2007 年は 4kgN/10a)。追肥無し。

(5) 試験区

栽植密度の設定方法は表 1 のとおりで、これに有機肥料を施用した区 (施用区) 及び施用しない区 (対照区) を組み合わせ 4 区とした (各区 2 反復)。

3. 結果及び考察

有機肥料の有無にかかわらず、有効茎決定期において疎植の茎数は慣行の 7 割程度であったが、生育とともにその差を縮小する傾向が認められた。疎植の穂数は、慣行対比で対照区が 87、施用区が 90 であり、有機肥料の施用下では疎植の穂数が比較的確保しやすいことが示された。有機肥料の有無にかかわらず、疎植は稈長が長かったものの、倒伏程度は大きくならなかった。葉色は生育

期間を通じて疎植の方が濃く、有機肥料を施用しても、同一の栽植密度ではほぼ同等の値を示した (表 2)。

苗 1 本当りに換算した茎数と葉齢との関係を比較すると、7 葉期から 12 葉期にかけて疎植の方が慣行より茎数を増加させる傾向にあり、特に施用区でその傾向が促進された (図 1)。このことが、施用区において疎植でも穂数が比較的確保しやすい理由と考えられた。

疎植の乾物重の推移を慣行対比で見ると、有効茎決定期では 72～75 程度であったが、両区とも幼穂形成期には 96、出穂以降は 99 と差を縮小した。茎数は疎植の方が少ない (表 2) ことから、疎植は一茎重を高めることで乾物重を確保していることが示唆された。疎植の窒素吸収量の慣行対比は、乾物重の場合と比べて両区とも同等かやや大きくなっており、特に有効茎決定期から幼穂形成期にかけて、施用区の慣行対比が大きかった (表 3)。

両区とも、疎植では穂数が少ない一方で一穂粒数が大幅に増加しており、特に施用区で顕著であった。疎植の総粒数は、有意ではないが対照区で慣行よりやや劣り、施用区では慣行を若干上回る傾向を示した。これは、施用区における疎植の窒素吸収量が、幼穂形成期において慣行以上であったことによると推察された。両区とも疎植の登熟歩合と千粒重は慣行並みであったため、疎植の精玄米重は施用区においてのみ慣行並みとなった。なお、玄米のタンパク質含有率及び整粒歩合は慣行と疎植で有意な差は認められないものの、外観品質は疎植の方がやや劣る傾向を示しており、今後の検討課題と思われた (表 4)。

4. まとめ

慣行の半分程度の栽植密度でも、有機肥料施用下で水稻の収量は慣行とほぼ同等であった。玄米のタンパク質含有率や整粒歩合も慣行並みであったが、外観品質はやや劣る傾向を示した。また、疎植は慣行と比べて、稈長は長くなるものの倒伏程度が大きくなることも認められた。

表1 栽植密度の設定方法

栽植密度	株数 (株/㎡)	苗数 (本/株)	移植苗数 (本/㎡)	播種量 (乾粒g/箱)	10a当り使用 した苗箱数	施肥量 (kgN/10a)	施肥量 (g/箱)
慣行	21.6	4	86.4 (100)	100	25 (100)	4	400
疎植	15.4	3	46.2 (53)	75	17.9 (72)	4	560

注1) カッコ内は慣行を100とした指数。注2) 苗箱施肥用にシグモイド型被覆尿素60日タイプを用いた。

表2 水稻の生育経過

試験区	栽植 密度	茎数(本/㎡)				有効茎 歩合 (%)	稈長 (cm)	倒伏 ^a 程度	葉色 ^b			
		有効茎 決定期	最高分 げつ期	幼穂 形成期	成熟期 (穂数)				有効茎 決定期	最高分 げつ期	幼穂 形成期	出穂期
対照	慣行	314	486	482	386	79.5	87.7	0.33	43.8	44.4	39.3	36.1
	疎植	214	369	395	337	85.2	90.3	0.08	46.1	46.4	42.6	37.7
		(68)	(76)	(82)	(87)	(107)	(103)	(25)	(105)	(104)	(108)	(104)
施用	慣行	344	521	506	414	79.4	89.9	0.75	44.9	44.2	39.6	36.2
	疎植	236	411	442	371	84.1	92.9	0.38	46.4	46.5	42.7	38.7
		(69)	(79)	(87)	(90)	(106)	(103)	(50)	(103)	(105)	(108)	(107)

注1) カッコ内は慣行を100とした指数。注2) a : 0(無倒伏)~5(全面倒伏)の6段階評価。b : SPAD502で測定。

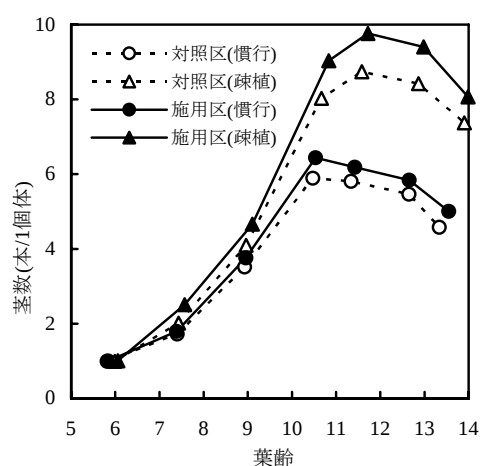


図1 移植苗1本当たりの茎数と葉齢の関係

表3 水稻の乾物重及び窒素吸収量の推移

項目	試験区	栽植 密度	有効茎 決定期	幼穂 形成期	出穂期	成熟期
乾物重 (kg/10a)	対照	慣行	67	305	813	1458
		疎植	48	292	802	1440
			(72)	(96)	(99)	(99)
	施用	慣行	75	313	860	1559
		疎植	56	300	849	1549
			(75)	(96)	(99)	(99)
窒素 吸収量 (kg/10a)	対照	慣行	1.9	5.5	8.0	11.5
		疎植	1.4	5.5	8.1	11.9
			(72)	(100)	(102)	(103)
	施用	慣行	2.2	5.6	8.6	12.8
		疎植	1.7	5.8	8.7	13.0
			(78)	(103)	(101)	(101)

注) () 内は慣行を100とした指数。

表4 水稻の収量及び収量構成要素、玄米品質

試験区	栽植 密度	収量構成要素				精玄米重 ^b 及び		玄米品質		
		穂数 (本/㎡)	一穂粒数 (粒/穂)	総粒数 (千粒/㎡)	登熟歩合 (%)	千粒重 ^a (g/千粒)	標準偏差 (kg/10a)	タンパク質 ^c 含有率(%)	整粒歩合 ^d (%)	外観 ^e 品質
対照	慣行	386	82.8	32.0	89.1	22.6	602 ±33	6.36	76.1	3.0
	疎植	337	90.3	30.5	89.0	22.5	575 ±46	6.37	76.2	3.3
		(87)	(109)	(95)	(100)	(100)	(96)	(100)	(100)	(111)
		**	**	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	-
施用	慣行	414	80.4	33.2	87.2	22.6	634 ±40	6.33	75.5	3.3
	疎植	371	92.0	34.1	87.0	22.3	620 ±22	6.48	74.8	3.7
		(90)	(114)	(103)	(100)	(99)	(98)	(102)	(99)	(110)
		n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注1) a~e:粒厚1.9mm以上。a~c:水分15%換算。c:ケルダール分解-水蒸気蒸留法により求めた窒素濃度に5.95を乗じた。d:静岡製機製穀粒判定器ES-1000で測定。e:秋田農政事務所による9段階評価。

注2) ()内は慣行を100とした指数。

注3) 有意性検定は繰り返しのある二元配置分散分析による。*: 5%水準で有意、**: 1%水準で有意、***: 0.1%水準で有意、n.s.: 有意性無し、-: 検定不能。

引用文献

1)伊藤千春・進藤勇人・原田久富美・渋谷 岳・小林ひとみ. 2008. 水稻に対する有機質資材の連用効果と育苗箱全量施肥の肥効. 東北農業研究 61 : 29-30.

水田への有機質資材の施用が温室効果ガス発生量に及ぼす影響

林 雅史・小林ひとみ*・渋谷 岳・伊藤千春
(*秋田県秋田地域振興局)

1. ねらい

水田においても農薬や化学肥料の投入量を減じる特別栽培等の普及を背景に、化学肥料の代替物として有機質資材の利用が拡大している。しかし有機物を水田に施用することは、温室効果ガスであるメタン (CH_4) の発生量を増加させる可能性がある。そこで、農耕地由来の主要な温室効果ガスである CH_4 及び亜酸化窒素 (N_2O) の発生量を、3つの異なる炭素含有率・分解率の有機質資材を水田に連用して3年間調査し、有機質資材の施用が水田の温室効果ガス発生量に与える影響について検討した。

2. 試験方法

- (1) 供試圃場：秋田農技セ農試大潟農場試験圃場
- (2) 土壌条件：細粒質斑鉄型グライ低地土（強粘質）
- (3) 試験年次：2007～2009年
- (4) 供試品種：あきたこまち（中苗、70株/坪植）
- (5) 移植日：2007；5月16日、2008；5月9日、2009；5月20日
- (6) 湛水期間：2007；5月9日～6月27日・8月1日～5日、2008；5月2日～6月25日・8月5日～10日、2009；5月11日～7月4日・8月7日～12日・26日～27日
- (7) 収穫調査：2007；9月21日、2008；9月22日、2009；9月29日
- (8) 供試した有機質資材（A、B、C）主原料：A；鶏ふん、B；魚肉・胚芽タンパク、C：鶏ふん。いずれも大潟村で使用されている市販品である（成分等は表1参照）。
- (9) 試験区の構成（表1）

各有機質資材を化学肥料（シグモイド型被覆尿素100タイプ：育苗箱施肥）に上乗せする形で施用し、化学肥料のみ施用した区を対照区とした。化学肥料としてリン酸、カリは施用しなかった。有機質資材は春耕起前に散布し全層混和とした。有機質資材の施用量は、2007年はA・Bが窒素分解率をもとに、資材からの窒素供給量を同量となるようにした。Cは現物でAと同量とした。2008、2009年の施用量は窒素量が同量（2kg N/10a）になるようにした。前年稲ワラは収穫後圃場に放置し、春耕起前に各

試験区同量になるよう調整し、耕起・すき込みを行った。

(10) 調査項目

- 1) 温室効果ガス：クローズドチャンバー法でガスを採取し（各区3反復）、 CH_4 及び N_2O 濃度をガスクロマトグラフで分析した。
- 2) 資材の炭素分解率：湿潤土40gに稲ワラおよび各有機質資材（ワラ：2～5センチに裁断したワラ2g、有機質資材：150mgN/100g乾土相当）を混和した試料を作土に埋設し、定期的に採取した。風乾後、粉碎してCNコーダーで炭素含量を分析し、埋設時との差引から炭素分解率を求めた。

3. 結果及び考察

(1) 温室効果ガス

CH_4 の基質となる炭素の供給源は稲ワラが大半を占めるが、3年間有機質資材を連用した結果、資材 A、C、B の順で CH_4 の発生量が多かった（表1、2）。

CO_2 等価に換算した温室効果に占める N_2O の割合は0～2%程度であり、水田作付期間中に発生する温室効果ガスは CH_4 が大部分を占めた（表2）。

(2) 資材の炭素分解と蓄積

鶏ふん資材 A・C については連用による蓄積がみられたが、魚肉・胚芽タンパク資材の B については分解率が高く、蓄積が少なかった（分解率については図省略）。鶏ふん資材については、資材 A が C より炭素分解率は高かったが、炭素投入量が多かった資材 A が結果として蓄積量が最も多くなった（図1）。

(3) 収量

3年間の平均収量は、対照区（5kg）と有機区を比べた場合、ほぼ同等であった（表3）。

4. まとめ

3年間有機質資材を連用した結果、炭素分解率が高く、次年度以降の蓄積量への影響が少ない資材が CH_4 発生量に与える影響が小さかった。使用した3資材区の収量は対照区に比べ大きく劣ることはなかった。このことから、有機質資材を使用した特別栽培等において温室効果ガスである CH_4 発生を抑制するためには、使用する資材の選定が重要であることが示された。

表1 試験区の構成

年次	試験区	化学肥料 (kgN /10a)	有機質資材							ワラ	
			資材	C/N比	現物投入量 (kg /10a)	窒素		炭	素	投入量 (kgC/10a)	計
						含有率 (%)	投入量 (kgN /10a)	含有率 (%)			
2007	対照区*	5	—	—	—	—	—	—	—	200	200
	有機A区	4	A	10.0	68	3.4	2.3	34	23	200	223
	有機B区	4	B	5.6	22	7.5	1.6	42	9	200	209
	有機C区	4	C	6.7	68	2.4	1.7	16	11	200	211
2008	対照区	4	—	—	—	—	—	—	—	159	159
	有機A区	4	A	10.0	59	3.4	2.0	34	20	159	179
	有機B区	4	B	5.6	27	7.5	2.0	42	11	159	170
	有機C区	4	C	6.7	83	2.4	2.0	16	13	159	172
2009	対照区	4	—	—	—	—	—	—	—	118	118
	有機A区	4	A	9.6	60	3.3	2.0	32	19	118	137
	有機B区	4	B	5.8	28	7.0	2.0	41	12	118	130
	有機C区	4	C	6.7	65	3.1	2.0	20	13	118	131

*対照区：育苗箱全量施肥のみ

主原料 A：鶏ふん B：魚肉タンパク・胚芽タンパク C：鶏ふん

ワラの投入量（春乾物重/10a）・炭素含有率は、2007：570kg・35%、2008：470kg・34%、2009：331kg・36%

表2 水田の温室効果ガス発生量と温室効果

年次	試験区	温室効果ガス発生量				CO ₂ 等価に換算した温室効果 ^{*1}			
		メタン		亜酸化窒素		メタン		亜酸化窒素	
		gCH ₄ m ⁻²	gCm ⁻²	mgN ₂ O m ⁻²	mgN ₂ O m ⁻²	gCO ₂ m ⁻²	gCO ₂ m ⁻²	gCO ₂ m ⁻²	計 gCO ₂ m ⁻²
2007	対照区	18.6	(100)	13.9	12.1 (100)	428	3.6 (1)* ²	—	431
	有機A区	24.1	(130)	18.1	15.1 (125)	555	4.5 (1)	—	559
	有機B区	16.6	(89)	12.5	8.2 (68)	382	2.4 (1)	—	385
	有機C区	16.0	(86)	12.0	12.3 (102)	369	3.6 (1)	—	373
2008	対照区	25.1	(100)	18.9	24.2 (100)	578	7.2 (1)	—	585
	有機A区	41.7	(166)	31.2	22.3 (92)	958	6.6 (1)	—	965
	有機B区	25.2	(100)	18.9	31.0 (128)	579	9.2 (2)	—	589
	有機C区	25.5	(101)	19.1	18.9 (78)	586	5.6 (1)	—	592
2009	対照区	16.7	(100)	12.5	27.8 (100)	383	8.2 (2)	—	391
	有機A区	20.4	(122)	15.3	16.0 (58)	468	4.7 (1)	—	473
	有機B区	20.8	(125)	15.6	6.5 (23)	479	1.9 (0)	—	481
	有機C区	25.4	(153)	19.1	-4.9 (-18)	585	-1.4 (0)	—	583
計	対照区	60.4	(100)	45.2	64.1 (100)	1389	19.0 (1)	—	1408
	有機A区	86.2	(143)	64.6	53.4 (83)	1981	15.8 (1)	—	1997
	有機B区	62.7	(104)	47.0	45.7 (71)	1441	13.5 (1)	—	1454
	有機C区	67.0	(111)	50.2	26.3 (41)	1540	7.8 (1)	—	1548

調査期間は、2007：5月1日～10月3日、2008：4月29日～9月17日、2009：4月9日～9月17日。

温室効果ガス発生量の()はそれぞれの年の対照区を100とした割合。

*1温室効果は発生量に温暖化係数（二酸化炭素を1として、メタン：23、亜酸化窒素：296）を乗じて算出。

（第3次報告書IPCC, 2001）

*2 () は温室効果に占める亜酸化窒素の割合。

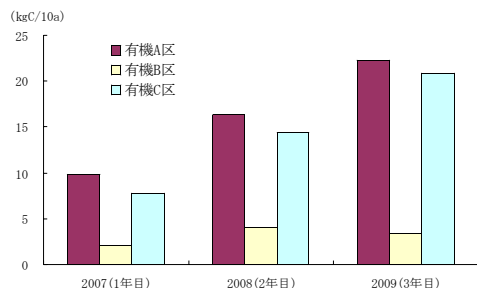


図1 資材由来炭素残存量の推移

各年次投入資材の経年分解率

からの残存量を積み上げた。

残存量は当該年の収穫後の値。

表3 水稻の収量 (kg/10a)

	2007	2008	2009	平均
対照区(5kg)* ¹	644 (100)* ²	627 (100)	596 (100)	622 (100)
対照区(4kg)	593 (92)	593 (95)	562 (94)	583 (94)
有機A区	606 (92)	618 (99)	581 (98)	602 (97)
有機B区	647 (101)	619 (99)	621 (104)	629 (101)
有機C区	627 (97)	597 (95)	621 (104)	615 (99)

*1 数字は育苗箱全量施肥窒素量(kgN/10a)

*2 対照区(5kg)を100とした指数。

収量は1.9mm篩目で調整し、水分15%に換算した。

秋田県内で製造されている堆肥の窒素・リン酸・カリの化学肥料代替量

石田頼子・金和裕・佐藤善政*・佐藤寛子**・金田吉弘***
(*果樹試験場・**畜産試験場・***秋田県立大学生物資源科学部)

1. ねらい

近年、有機質資源である家畜排泄物を主体とした肥料的効果の高い堆肥の利用が増加している。しかし、堆肥に含まれている成分量や肥効は、家畜糞である主原料や副資材によって異なっている。現状の堆肥利用では、堆肥の主原料に関わらず一律に一定量を施用する場合が多い。

ここでは、秋田県内で製造されている堆肥について、窒素・リン酸・カリの肥料代替量を推定することにより、主原料の違いや地力、作物等に応じて、適正な施肥を行うために有効な情報を提供する。

2. 試験方法

秋田県内で生産されている家畜排泄物を主体とし、年間の生産量が1千t以上の堆肥センター12カ所の堆肥を対象とした。

堆肥の窒素量（堆肥に含まれる無機態窒素量（b）と施用後に無機化する窒素量（ N_0 ）の合計）、く溶性リン酸量（2%クエン酸溶液に溶けるリン酸量）を、く溶性カリ量（2%クエン酸溶液に溶けるカリ量）¹⁾を、それぞれ栽培期間中に作物に利用可能な堆肥の窒素（N）・リン酸（ P_2O_5 ）・カリ（ K_2O ）とし、堆肥現物1t当たりの化学肥料代替量として示した。

3. 結果及び考察

堆肥現物1t当たりの肥料代替量は、窒素は鶏ふんと豚ふんが多く、牛ふんは少なかった。鶏ふんは N_0 が多く、豚ふんはbも N_0 も多かった。牛ふんは、畑条件で有機化により N_0 がマイナスとなる堆肥もあった。

リン酸は、豚ふんが40～66kg/tと最も多く、次いで鶏ふんが多く、牛ふんが少なかった。しかし、牛ふん主体の堆肥で豚ふんが混合されている場合は多かった。

カリは、鶏ふんと豚ふんが多く、牛ふんは少なかった。リン酸と同様に、牛ふん主体の堆肥で豚ふんが混合されている場合は多かった（表1）。

4. まとめ

堆肥の窒素・リン酸・カリの化学肥料代替量を、有効窒素量、く溶性リン酸量、く溶性カリ量により推定した。

なお、肥料代替量は、堆肥の主原料によって異なるため、主原料に関わらず堆肥を一律に一定量施用した場合、成分によっては過剰に投入される危険性があることに注意する。また、堆肥の条件（副資材、戻し堆肥、水分等）によって、同じ畜種の主原料でも、窒素の肥料代替量が異なる場合もある。

表1 秋田県内で製造されている堆肥中に含まれる窒素・リン酸・カリの化学肥料代替量

堆肥 記号	① 堆肥の 主原料	副資材	戻し堆 肥の有 無	堆肥1tあたりの代替量（現物kg）							
				② 窒素（N=N ₀ +b）						③リン 酸 （P ₂ O ₅ ） kg/t	④カリ （K ₂ O） kg/t
				水田			畑				
				b kg/t	N ₀ kg/t	N ₀ +b kg/t	b kg/t	N ₀ kg/t	N ₀ +b kg/t		
A	鶏	—	有り	1.5	9.3	10.8	1.2	12.0	13.1	28	39
B	鶏	籾がら・わら	有り	1.1	0.2	1.3	1.1	-0.9	0.3	21	20
C	鶏	籾がら・わら	有り	0.8	0.2	0.9	0.8	-0.6	0.2	19	8
D	豚	木質系	有り	3.1	4.5	7.6	4.8	2.5	7.2	66	31
E	豚＋鶏	籾がら・わら	無し	3.2	1.8	4.9	3.4	0.9	4.3	40	19
F	牛	籾がら・わら＋ 木質系	無し	0.0	0.1	0.1	0.2	-0.2	0.0	5	11
G	牛	籾がら・わら＋ 木質系	有り	0.0	0.1	0.1	0.5	-0.2	0.3	7	17
H	牛	籾がら・わら＋ 木質系	有り	0.0	0.1	0.1	0.4	-0.2	0.2	4	6
I	牛	籾がら・わら＋ 木質系	無し	0.0	0.1	0.1	0.3	-0.1	0.2	10	9
J	牛＋豚	籾がら・わら	有り	0.8	0.5	1.3	0.8	0.2	1.0	20	25
K	牛＋豚	籾がら・わら＋ 木質系	有り	0.4	1.1	1.5	1.0	0.4	1.4	22	23
L	牛＋豚	籾がら・わら＋ 木質系	無し	0.3	0.9	1.2	0.8	0.3	1.1	15	16

①家畜排泄物主体の堆肥である。

②窒素の肥料代替量

＝反応速度論的方法により求めた栽培期間中に作物が利用可能な堆肥の窒素量

＝堆肥に含まれる無機態窒素量（b）＋施用後、無機化する窒素量（N₀）

※反応速度論的方法による窒素無機化の解析：試料を入れた培養びんを培養温度 15, 25, 35℃のグループに分け、保温静置培養法により湛水条件および畑条件での培養（0,7,14,28,42,56,84,98 日間）後、10%塩化カリウム溶液で無機態窒素を抽出し、その溶液を分析。分析値および無機化データ解析プログラムを用いてモデル式（単純型を用いた）に当てはめ、最適パラメータ（b, N₀）を算出した。

③リン酸の肥料代替量は、2%クエン酸溶液に溶けるリン酸量とする。全リン酸量に対するく溶性割合は鶏ふんが約 60%、豚ふんと牛ふんが約 90%である。

④カリの肥料代替量は、2%クエン酸溶液に溶けるカリ量とする。全カリ量に対するく溶性割合は鶏ふん・豚ふん・牛ふんがおよそ 90%である。

⑤太字の値は実測値であり、網掛けしてある値は主原料が同じ堆肥の実測値を参考にした推定値である。

引用文献

- 1) 石田頼子・佐藤善政・佐藤寛子・他 4 名．平成 21 年度．秋田県内で製造されている堆肥の成分（窒素・リン酸・カリ）の特徴．秋田県農林水産技術センター農業試験場 実用化できる試験研究成果（参考事項）

秋田県内で製造されている堆肥の成分（窒素・リン酸・カリ）の特徴

石田頼子・金和裕・佐藤寛子*・佐藤善政**・金田吉弘***
(*畜産試験場・**果樹試験場・***秋田県立大学生物資源科学部)

1. ねらい

現在、一般的に利用されている堆肥は、家畜糞由来の堆肥が多く、稲ワラや木質系などの植物由来の堆肥に比べて、窒素・リン酸・カリの主要な成分が多く含まれている。また、鶏ふんや牛ふん、豚ふんの主原料や副資材により、窒素の肥効やリン酸・カリの成分も異なっている。

そこで、秋田県内で製造されている堆肥中に含まれる窒素・リン酸・カリについて、それぞれの特徴を把握することにより、堆肥の適切な施用方法の一助とする。

2. 試験方法

(1) 反応速度論的方法による堆肥の窒素無機化率の推定^{1) 2)}

風乾した土壌（果樹試験場 20 号圃場下層土 60-90cm, pH(H₂O)5.8, 全窒素 0.06%, 全炭素 0.43%, 可給態リン酸 0.7mg/100g) に、秋田県内で製造されている堆肥を 150mgN/乾土 100g 混和し、保温静置培養法により湛水および畑条件での培養を実施した。培養温度は 15, 25, 35℃ の 3 段階で、培養開始時と開始から 98 日間、1 週間毎に 10% 塩化カリウム溶液で無機態窒素を抽出し、その溶液を分析に供した。分析値および無機化データ解析プログラムを用いてモデル式に当てはめ、最適パラメータ (b: 堆肥に含まれる無機態窒素割合 (%), N₀: 施用後無機化する窒素割合 (%)) を算出し、農試水田圃場および畑圃場の平均地温データを用いて、時期別窒素無機化率を推定した。

(2) 堆肥中の可溶性リン酸とカリの割合³⁾

作物に有効なリン酸とカリとして、2%クエン酸溶液に溶ける堆肥のリン酸とカリを測定し、全リン酸 (P₂O₅) とカリ (K₂O) に占める可溶性割合を調べた。

3. 結果及び考察

(1) 県内の年間の堆肥生産量が 1 千トン以上の堆肥センター 8 カ所について、堆肥別に窒素割合をみると、主原料が鶏ふんの場合、堆肥に含まれる無機態窒素割合 (b) は小さく、施用後無機化する窒素割合 (N₀) は大きかった。豚ふんの場合は b と N₀ ともに大きく、牛ふんの場合は b と N₀ ともに小さかった (表 1)。

(2) 湛水条件における栽培期間中の作物に利用可能な窒素無機化パターンは、鶏ふん主体の堆肥 A が多く無機化し、次に、豚ふん主体の堆肥 D が多く、牛ふん主体の堆肥 F はほとんど無機化しなかった (図 1)。

(3) 堆肥中の全リン酸 (P₂O₅) に占める可溶性リン酸の割合は、鶏ふんが主原料の場合、約 65%, 豚ふんや牛ふんが主原料の場合、90% 以上であった (図 2)。

(4) 堆肥中の全カリ (K₂O) に占める可溶性カリの割合は、ほとんどの堆肥が 90% 程度であり、高かった (図 3)。

4. まとめ

秋田県内で製造されている堆肥は、栽培期間中の作物に利用可能な窒素割合と無機化パターンが堆肥の主原料によって異なり、鶏ふん・豚ふん主体の堆肥は、施用効果が高く、牛ふん主体の堆肥は低いことが分かった。

また、堆肥中には、作物に有効なく可溶性リン酸とカリが多く含まれており、堆肥施用による化学肥料の代替も可能であることが示唆された。

表1 栽培期間中に作物が利用可能な堆肥の窒素割合

堆肥 記号	堆肥の 主原料	副資材の種類	湛水条件		畑条件	
			b %	N ₀ %	b %	N ₀ %
A	鶏	—	4.3	26.2	3.3	33.9
B	鶏	粗がら・わら	7.1	1.5	7.3	-5.6
D	豚	木質系	10.8	15.5	16.4	8.6
E	豚+鶏	粗がら・わら	13.6	7.6	14.5	4.1
F	牛	粗がら・わら+木質系	0.2	1.2	3.7	-4.0
G	牛	粗がら・わら+木質系	—	—	6.0	-2.6
J	牛+豚	粗がら・わら	6.3	3.5	5.9	1.6
K	牛+豚	粗がら・わら+木質系	2.7	7.6	6.6	2.8

注1) 県内の年間堆肥生産量1千t以上の堆肥センター8カ所

注2) b=堆肥に含まれる無機態窒素割合(%),
N₀=施用後、無機化する窒素割合(%)

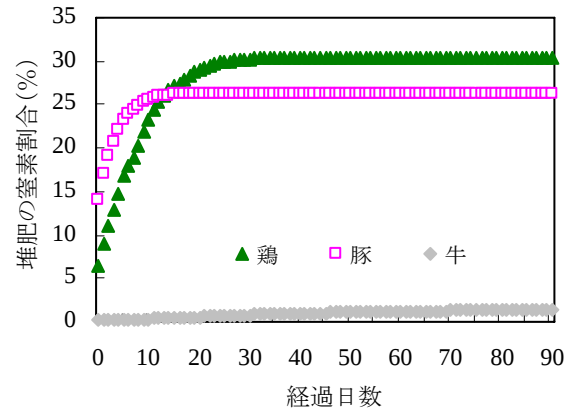


図1 堆肥の窒素無機化パターン（湛水条件）

注1) 堆肥：鶏ふん主体堆肥 A, 豚ふん主体堆肥 D, 牛ふん主体堆肥 F

注2) 農試水田圃場の平均地温データを用いた

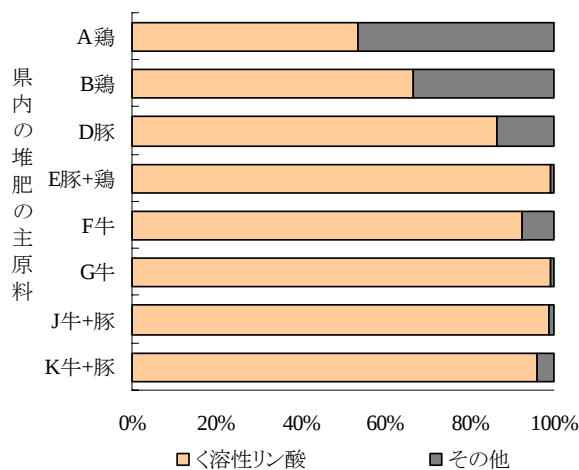


図2 堆肥中のく溶性リン酸の割合

注1) く溶性リン酸=2%クエン酸溶液により浸出した試料液をモリブデン青法により測定したもの

注2) クエン酸不溶性リン酸=全リン酸-く溶性

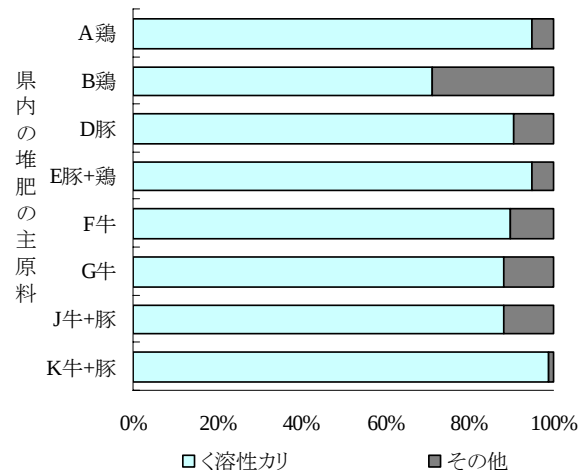


図3 堆肥中のく溶性カリの割合

注1) く溶性カリ=2%クエン酸溶液により浸出した試料液を原子吸光法により測定したもの

注2) クエン酸不溶性カリ=全カリ-く溶性カリ

引用文献

- 1) 土壌、水質及び植物体分析法. (財) 日本土壌協会 : p.72-73
- 2) 古江広治・上沢正志. 2001. 反応速度論的手法での土壌および有機質資材の有機態窒素の無機化特性値データ集. 農林水産省農業研究センター研究資料 : 43. 1-50.
- 3) 小柳渉. 2004. 生物系廃棄物の農地還元技術に関する研究. 新潟大学大学院博士論文

秋田県の農耕地土壌のリン酸とカリは蓄積傾向にある

中川進平・伊藤千春・金和裕・伊藤正志・石田頼子・武田悟

1. ねらい

昨今、リンやカリの輸入原料が高騰しており、土壌診断に基づく減肥基準の策定が求められている。また、最近では家畜排せつ物等の有機質資源を活用した土づくりや集落営農に伴う土地利用の変化によって、土壌養分環境の大きな変化が予想される。

ここでは、1979年から2008年の秋田県の農耕地土壌調査の結果から、30年間の作土の窒素、リン酸、カリの変化を明らかにした。

2. 試験方法

(1) 調査地点

土壌環境基礎調査(1巡:昭和54年～57年)と土壌機能モニタリング調査(6巡:平成16年～19年)の土壌統毎の調査点数は表のとおり。

表 土壌調査地点の土壌統

土壌群	水田		畑・樹園	
	1巡	6巡	1巡	6巡
砂丘未熟土			15	1
黒ボクグライ土	9	4		
多湿黒ボク土	30	11		1
黒ボク土			75	9
グライ土	220	52		
グライ台地土	2	1		
灰色低地土	113	23	5	2
褐色低地土	40	7	25	1
黄色土	16	1	9	2
褐色森林土			20	5
黒泥土	25	6		
泥炭土	10			
計	465	105	149	21

(2) 分析項目

収穫跡地の圃場から土壌試料を採取し、次の項目について分析した。

- ①可給態窒素は保温静置法¹⁾によって求めた。
- ②可給態リン酸はトルオーグ法¹⁾によって求めた。
- ③交換態カリ、カリ飽和度はセミミクロSchollenberger法¹⁾によって求めた。

また、可給態窒素は地力増進基本指針改善目標値、可給態リン酸とカリ飽和度は秋田県改良目標値に対する未満、超過の地点割合を求めた。

(3) 6巡の土壌調査結果について県内を

5地域に分割し、秋田県減肥マニュアル暫定版(2011)に従い、可給態リン酸と交換態カリを減肥レベル毎に分類した。

3. 結果及び考察

(1)全県の農地作土について、水田では可給態窒素は1巡と6巡でほとんど変わらなかったものの、可給態リン酸とカリ飽和度は増加した。また、畑・樹園地では可給態窒素、リン酸、カリ飽和度とも平均値が増加した(表1)。

(2)水田の可給態窒素は地力増進基本方針による改善目標値に対して、目標値未満の地点が減少し、適正範囲の地点が35%から52%に増加した。一方、可給態リン酸とカリ飽和度は改良目標値未満の地点が0%となったものの、目標値を超過する地点の割合がいずれも40%程度から70%以上と大きく増加した(図1)。また、畑・樹園地では窒素、リン酸、カリの全ての成分において改良目標値を超過する地点が増加した(図2)。

(3)水田作土では可給態リン酸は5mg/100g以下の地点がなく、全県でリン酸改良資材を必要としないレベルにあった。さらに55～79%の地点ではリン酸の減量が可能であった。特に県北と仙北ではリン酸が無施肥でも可能な地点割合が50%以上に及んだ(図3)。

交換態カリは70%以上の地点で20mg/100g以上含有し、カリの減量または無施肥が可能なレベルであった。特に仙北ではカリが無施肥でも可能な地点割合が80%以上であった(図4)。

4. まとめ

30年前と比較し、可給態窒素は水田ではほとんど変わらず、畑・樹園地とも十分な土壌窒素を有していた。一方、可給態リン酸と交換態カリは地目に関わらず改良目標値を超過する地点割合が多く、蓄積傾向が認められた。

また、水田ではリン酸が55～79%、カリが70%以上の地点で減肥可能であることが示唆された。ただし、減肥をする場合は圃場毎の土壌診断を行い、現在の養分状態を把握した上で取組むことが肝要である。

表 1 県内農地の 1 層目の可給態窒素、可給態リン酸、カリ飽和度の推移

	水田						畑・樹園					
	可給態窒素 (mg/100g)		可給態リン酸 (mg/100g)		カリ飽和度 (%)		可給態窒素 (mg/100g)		可給態リン酸 (mg/100g)		カリ飽和度 (%)	
	1巡	6巡	1巡	6巡	1巡	6巡	1巡	6巡	1巡	6巡	1巡	6巡
平均	20.1	21.7	20.5	27.8	1.8	3.4	4.1	8.4	47.6	88.4	3.2	5.5
標準偏差	7.7	7.8	14.5	15.6	1.3	1.7	3.9	7.7	50.9	59.3	2.0	3.5
最小	0.7	3.5	1.3	5.2	0.3	0.5	0.1	0.5	0.7	10.9	0.3	1.1
最大	66.3	37.4	77.5	104.1	8.0	9.7	18.4	38.4	330.7	246.0	10.1	18.1

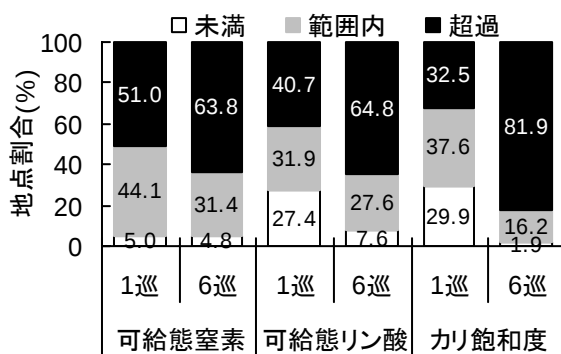


図 1 改良目標値に対する窒素、リン酸、カリの分布割合(水田の 1 層)

注) 水田作土の改良目標値

- 1) 可給態窒素は 8~20mg/100g
- 2) 可給態リン酸は 10~20mg/100g
- 3) カリ飽和度は 1~2%

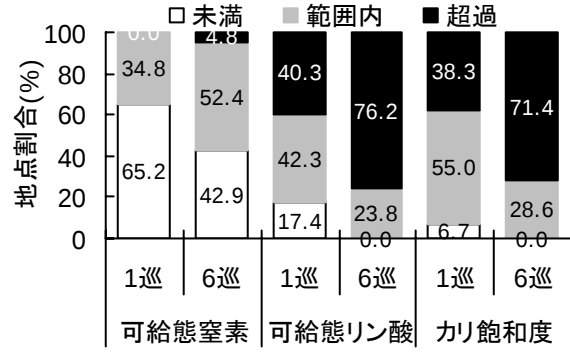


図 2 改良目標値に対する窒素、リン酸、カリの分布割合(畑・樹園地の 1 層)

注) 畑・樹園地作土の改良目標値

- 1) 可給態窒素は普通畑 5mg/100g~, 樹園地 10~30mg/100g
- 2) 可給態リン酸は普通畑・樹園地 10~20mg/100g, 野菜畑 10~40mg/100g
- 3) カリ飽和度は普通畑・樹園地 1~2%, 野菜畑 1~10%

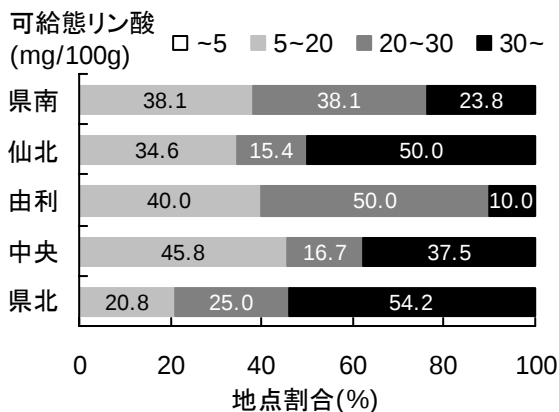


図 3 減肥基準に対する地域別の可給態リン酸の分布割合(水田 1 層、6 巡:平成 16~19 年)

注) 減肥水準(稲わら鋤込みの場合)に対する 10a あたりのリン酸施肥量(県慣行施肥量を 8kg とする)。
 ~5mg: 要リン酸改良+8kg, 5~20mg: 8kg
 20~30mg: 4kg, 30mg~: 無施肥

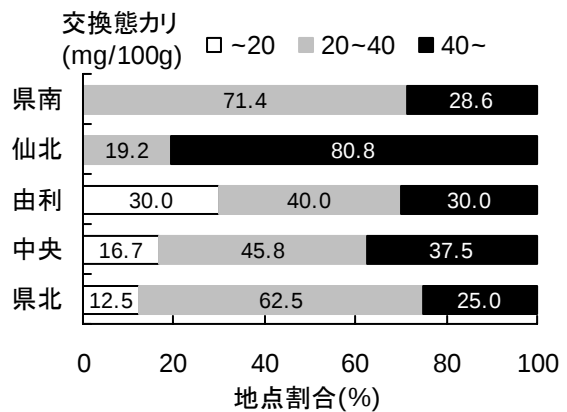


図 4 減肥基準に対する地域別の交換態カリの分布割合(水田 1 層、6 巡:平成 16~19 年)

注) 減肥水準(稲わら鋤込みの場合)に対する 10a あたりのカリ施肥量(県慣行施肥量を 8kg とする)。
 ~20mg: 8kg, 20~40mg: 3kg, 40mg~: 無施肥

引用文献

- 1) 土壤環境分析法編集委員会. 1996. 土壤環境分析法. 博友社.
- 2) 秋田県農政部. 1997. 秋田県の農耕地土壌: 222-224.
- 3) 秋田県農林水産部. 2011. http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1295484222679/files/genpi_manual_zantei.pdf.

大規模大区画水田群における無代かき栽培導入による 八郎湖水質の改善効果

渋谷岳・原田久富美*・伊藤千春・嶋 国吉**・高井 貢**・塚原純哉**・和泉征仁**・
山崎幸司**・小林ひとみ***・谷口吉光****・佐藤孝****・金田吉弘****
(*農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所、**(株)日水コン、***秋田地域振興
局農林部、****秋田県立大学生物資源科学部)

1. ねらい

閉鎖水系地帯にある八郎潟残存湖(八郎湖)は 2007 年 12 月に湖沼法による指定湖沼となり、その集水域内水田では、代かき濁水の発生がない無代かき栽培等の環境保全型農業技術の導入による水質汚濁物質排出抑制が期待されている。これまで、無代かき栽培導入水田における水質改善効果は明らかにされているが、大規模な水田群に導入した場合の定量的効果は明らかにされていない。そこで、30ha の大規模水田群で農家に無代かき栽培を実践してもらい、同規模の代かき栽培水田群と比較して、無代かき栽培導入による水質改善効果を実証する。さらに、八郎湖水質シミュレーションモデルにより、大規模水田群に無代かき栽培を導入した場合の定量的な水質改善効果を予測する。

2. 試験方法

(1) 八郎潟中央干拓地内(細粒質斑鉄型グライ低地土、強粘質)の各 30ha (1500m×100m×2 列)の 2 水田群を無代かき栽培水田群、代かき栽培水田群に分け、水稻栽培期間中における排水路水質、流量を測定して水質汚濁物質排出量を算出する。

(2) 分析項目：化学的酸素要求量(COD)、懸濁物質(SS)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)。COD については秋田県分析化学センターに依頼分析し、TOC-COD の濃度予測関係式を作成した上で、TOC から COD を推定している。

(3) 八郎湖を構成する調整池、東部承水路、西部承水路での水の流動と水収支、流域の排出負荷等を再現するよう構築した鉛直一次元モデルである八郎湖水質シミュレーションモデルと無代かきによる水田群排水の水質改善率(表 2)を用いて、灌漑期における無代かき栽培導入による八郎湖(調整池)の水質改善効果を予測する。

3. 結果及び考察

(1) 年次によって変動はあるが、無代かき栽培を導入した水田群では、灌漑期間の

懸濁物質(SS)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)排出量が大きく減少した(表 1)。この農家圃場の結果から、無代かき栽培により水質汚濁物質排出量の削減が出来ることを実証できた。

(2) 無代かきによる水田群排水の水質改善率は、用水負荷を考慮し、排出負荷から用水負荷を差し引いた差引排出量から求める。無代かきにより排水水質改善が現れ、代かきに比べ、COD で 38.9%、T-N で 15.3%、T-P で 55.4%の改善率となる(表 2)。

(3) シミュレーションの結果、水田からの水質への負荷量は無代かき栽培導入面積の増加により削減されることが示される(図 1)。

(4) 無代かき栽培が中央干拓地水田面積の 50%、100%で普及した場合、現状水質の COD は、それぞれ 1.6、3.2%、T-N は 0.6、1.2%、T-P は 1.7、3.4 % の改善が年毎の灌漑期で期待される。また、中央干拓地水田で 100%+周辺流域で 30%普及した場合は COD:4.1、T-N:1.4、T-P:4.3 %改善すると期待され、実施面積の増により改善効果を高めることが出来る(表 3)。

4. まとめ

無代かき栽培導入の大規模大区画水田群(30ha)における灌漑期間中の水質汚濁負荷物質差引排出量は代かき水田群に比べて減少する。八郎潟中央干拓地水田の 50%に無代かき栽培を導入すると、シミュレーションモデルの結果から、灌漑期調整池水質が COD では現状の 1.6%程度改善されると予測できた。

なお、無代かき栽培水田の多くは大区画整備圃場に適したプラウバーチカルローレーザレベラ作業体系であり、この結果もそれに寄っている。

表1 排水路における無代かきにより削減された水質汚濁負荷物質排出量

	2006年			2007年		
	無代かき①	代かき②	削減割合% $100-\text{①}/\text{②}\times 100$	無代かき①	代かき②	削減割合% $100-\text{①}/\text{②}\times 100$
SS (Mg/30ha)	49	64	22	27	53	49
COD (kg/30ha)	3924	7298	46	2781	3188	13
T-N (kg/30ha)	515	830	38	379	551	31
T-P (kg/30ha)	97	192	49	61	115	47

全灌漑期：5/1～9/10での値。COD値はTOC値からの推定式($\text{COD}=1.21\times\text{TOC}$)で計算

表2 無代かきによる水田群排水の水質改善率(灌漑期)

kg/day	COD (kg/日)	T-N (kg/日)	T-P (kg/日)
代かき②	0.168	0.021	0.007
無代かき	0.103	0.018	0.003
差引排出量①	0.065	0.003	0.004
水質改善率*	38.9%	15.3%	55.4%

*:灌漑期間中の差引排出量(排水負荷-用水負荷)により設定しており、
①÷②×100で算出した。

灌漑期：5/1～9/10

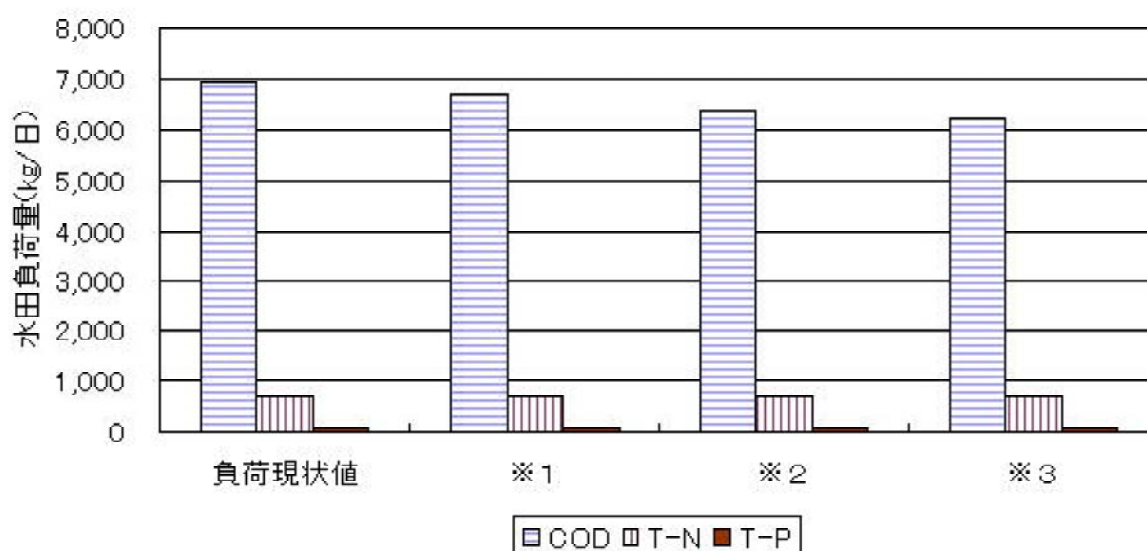


図1 シミュレーションモデルによる無代かき導入面積と水田由来負荷削減量の予測

注) 想定した無代かき導入水田面積 ※1: 中央干拓地水田のみ50%導入、※2: 中央干拓地水田のみ100%導入 ※3: 中央干拓地水田100%導入+周辺流域水田30%導入

表3 シミュレーションモデルによる八郎湖(調整池)水質(灌漑期)の無代かき栽培の改善効果

単位 (mg/L)	水質現状設定値	※1	※2	※3	水質は1994～2003年の気象・流況状況で算出し、その10カ年流況の平均値を示している。灌漑期：5/1～9/10 水質環境基準値 (mg/L) はCOD: 3.0、T-N: 0.6、T-P: 0.05 *: 無代かき導入の水田面積の想定 ※1: 中央干拓地水田のみ50%導入 ※2: 中央干拓地水田のみ100%導入 ※3: 中央干拓地水田100%導入+周辺流域水田30%導入
COD	予測計算値 6.4	6.3	6.2	6.1	
	予測低下濃度 —	0.1	0.2	0.3	
	水質改善率 —	1.6%	3.3%	4.2%	
T-N	予測計算値 0.90	0.90	0.89	0.89	
	予測低下濃度 —	0.005	0.011	0.012	
	水質改善率 —	0.6%	1.2%	1.4%	
T-P	予測計算値 0.065	0.064	0.063	0.062	
	予測低下濃度 —	0.001	0.002	0.003	
	水質改善率 —	1.7%	3.5%	4.5%	

**：無代かきでは、圃場内の不等沈下対策として4年に1回の頻度で代かきを行うことが多いため、想定表記面積の75%が真の実施面積、として試算している(例：普及100%でも真の無代かき実施面積は75%)

水稲育苗ハウスの後作葉菜類における残留基準値超過 リスクの低い育苗箱施用農薬

佐山 玲・深谷富夫*
(* : 現 JA 全農)

1. ねらい

水稲育苗期に使用する病虫害防除剤について、育苗後のハウスでの野菜栽培で農薬残留基準値超過が危惧されている。そこで、水稲育苗期に使用されるベノミル水和剤、ヒメキサゾール・メタラキシル液剤が多量に育苗ハウス内にこぼれた状況を想定し、ハウス内の土壌に直接かん注し、収穫までの期間が短く、後作残留リスクが高いと想定される葉菜類を栽培後、作物残留を調査し、残留基準値超過リスクを検討する。

2. 試験方法

(1) 試験Ⅰ (2008年、土耕ガラス室)

1) 試験場所：農試内土耕ガラス室 2) 供試薬剤：ヒメキサゾール・メタラキシル液剤、ベノミル水和剤 3) 供試作物：コマツナ、ホウレンソウ 4) 試験方法：6月2日にヒメキサゾール・メタラキシル液剤、ベノミル水和剤を10m²当たり登録濃度500倍液27.8L (箱当たり500ml相当量) を散布した。2日間放置後、施肥、耕起し、コマツナ、ホウレンソウは6月4日に播種し、コマツナは7月8日、ホウレンソウは7月15日に収穫した。作物の分析は農業試験場、(株) 秋田県分析化学センターで公定法に準拠し、定量限界を0.01ppmとして行った。

(2) 試験Ⅱ (2009年、土耕ガラス室)

1) 試験場所：農試内土耕ガラス室 2) 供試薬剤：ヒメキサゾール・メタラキシル液剤 3) 供試作物：コマツナ 4) 試験方法：6月8日にヒメキサゾール・メタラキシル液剤を4.5m²当たり登録の倍濃度250倍液12.5L (箱当たり500ml相当量) 散布した。1日間放置後、施肥、耕起し、コマツナを6月11日に播種し、7月9日に収穫した。コマツナの分析は農業試験場、日本環境科学(株) で公定法に準拠し、定量限界を0.01ppmとして行った。

(3) 試験Ⅲ (2009年、ビニールハウス)

1) 試験場所：農試内ビニールハウス 2) 供試薬剤：ベノミル水和剤、ヒメキサゾール・メタラキシル液剤 3) 供試作物：コマツナ、ホウレンソウ、シュンギク 4) 試験方法 6月8日にベノミル水和剤、ヒメキサゾール・メタラキシル液剤を1区(4.5m²) 当たり250倍液12.5L (箱当たり500ml相当

量) を散布した。1日間放置後、施肥、耕起し、コマツナ、ホウレンソウ、シュンギクを6月11日に播種した。コマツナは7月9日、ホウレンソウ、シュンギクは7月15日に収穫した。作物の分析は、農業試験場、日本環境科学(株) で公定法に準拠し、定量限界を0.01ppmとして行った。

3. 結果及び考察

(1) 試験Ⅰ

ベノミルのコマツナ、ホウレンソウにおける残留は定量限界未満であった。メタラキシルのホウレンソウにおける残留は定量限界未満で、コマツナでは0.04ppmで残留基準値未満であった(表1、2)。

(2) 試験Ⅱ

ヒメキサゾールのコマツナ、ホウレンソウにおける残留は定量限界未満であった(表1、2)。

(3) 試験Ⅲ

ヒメキサゾール、ベノミルのコマツナ、ホウレンソウ、シュンギクにおける残留は定量限界未満であった。メタラキシルのコマツナ、ホウレンソウにおける残留はともに0.02ppm、シュンギクは0.14ppmで残留基準値未満であった(表1、2)。

(4) 従って、ヒメキサゾール・メタラキシル液剤(500倍、500ml/箱)、ベノミル水和剤(500倍、500ml/箱) を水稲育苗期に使用し、育苗後、コマツナ、ホウレンソウ、シュンギクを栽培した場合の各成分の残留基準値超過リスクは低いと考えられる(表2、3)。

4. まとめ

水稲育苗期に使用する病虫害防除剤について、ヒメキサゾール・メタラキシル液剤、ベノミル水和剤をハウス内の土壌に直接かん注し、葉菜類への残留試験を実施したところ、いずれの成分の残留濃度も基準値を下回った。従って、ヒメキサゾール・メタラキシル液剤(500倍、500ml/箱)、ベノミル水和剤(500倍、500ml/箱) を水稲育苗期に使用し、育苗後、コマツナ、ホウレンソウ、シュンギクを栽培した場合の各成分の残留基準値超過リスクは低いと考えられる。

表1 水稻育苗後の葉菜類作付を想定した農薬残留試験の概要

試験年	試験施設	試験農薬	土壌へのかん注濃度、量	かん注日	播種日	収穫日		
						コマツナ	ホウレンソウ	シュンギク
2008	土耕ガラス室	ヒメキサゾール・メタラキシル液剤	500倍、500ml/0.18m ²	6/2	6/4	7/8	7/15	－
	土耕ガラス室	ベノミル水和剤	500倍、500ml/0.18m ²	6/2	6/4	7/8	7/15	－
2009	土耕ガラス室	ヒメキサゾール・メタラキシル液剤	250倍、500ml/0.18m ²	6/8	6/11	7/9	－	－
	ビニールハウス	ヒメキサゾール・メタラキシル液剤	250倍、500ml/0.18m ²	6/8	6/11	7/9	7/13	7/13
	ビニールハウス	ベノミル水和剤	250倍、500ml/0.18m ²	6/8	6/11	7/9	7/13	7/13

1)試験した土耕ガラス室およびビニールハウスの土壌は、ともに腐植質普通黒ボク土、非埋没腐植質（農耕地土壌分類、第3次改訂版）で、全炭素率はそれぞれ4.13%、4.98%。

2)使用した葉菜類の品種はコマツナ「なかもち」、ホウレンソウ「ブリット」、シュンギク「さとゆたか」。

表2 各農薬を直接、土壌かん注した後に葉菜類を栽培した時の農薬残留

試験年	試験施設	試験農薬	農薬成分	残留分析値(ppm)		
				コマツナ	ホウレンソウ	シュンギク
2008	土耕ガラス室	ヒメキサゾール・メタラキシル液剤	メタラキシル	0.04	<0.01	－
	土耕ガラス室	ベノミル水和剤	ベノミル	<0.01	<0.01	－
2009	土耕ガラス室	ヒメキサゾール・メタラキシル液剤	ヒメキサゾール	<0.01	－	－
	ビニールハウス	ヒメキサゾール・メタラキシル液剤	メタラキシル	0.02	0.02	0.14
			ヒメキサゾール	<0.01	<0.01	<0.01
	ビニールハウス	ベノミル水和剤	ベノミル	<0.01	<0.01	<0.01

表3 各葉菜類の農薬残留基準値(ppm)

成分	コマツナ	ホウレンソウ	シュンギク
ヒメキサゾール	0.5	0.5	0.5
メタラキシル	2	2	2
ベノミル	3	3	3

スイカ品種「あきた夏丸」の収穫適期と収穫判断基準

本庄 求・篠田 光江・田口 多喜子・佐藤 菜々子*
(*秋田県鹿角地域振興局普及指導課)

1. ねらい

スイカの秋田県オリジナル品種として育成された「あきた夏丸」(平成19年3月15日品種登録)は平成17年度から本格的に作付けされ、平成22年度には143ha 作付けされるまでに至り、県内作付け面積の40%を占めている。「あきた夏丸」のブランド化に向け、食味が良く品質の安定している商品を出荷することが必須であり、そのためには生産者が適期に収穫することが重要な要素となる。ここでは、本品種の普及に向けて、食味に優れる収穫適期を明らかにするとともに、適期収穫に向け生産者が簡単に収穫期を判断できる基準を作成したので報告する。

2. 試験方法

(1)試験年次及び場所 2007年度。試験は秋田県農林水産技術センター農業試験場内(非アロフェン質黒ボク土)で行った。

(2)試験方法

調査内容は、食味官能と果実品質(種子の着色、果肉硬度、Brix、糖含量、水分含量)とした。調査用の果実は、雌花の開花日が6月22日で同一なものを使用し、開花から33日、37日、41日、45日、49日、53日に経時的に収穫した。1回当たりの調査個数は5個とし、一度も収穫していない株からそれぞれ1個採取した。果実は半分にカットし、収穫当日に種子の着色、果肉硬度、Brix を調査し、糖含量、水分含量測定用の試料を採取した。果実の半分は冷蔵し、翌日に食味官能調査を行った。種子の着色は果実を半分にカットした両面について種子数をカウントした。果肉硬度は果実中央部を測定した。Brix は果実中央部をコルクボーラーを用いて組織を切り出し、ニンニク絞り器で搾汁した汁液を測定した。糖含量は Brix 測定に用いたのと同じ汁液を試料とし、HPLC で測定した。水分含量は、果実中央部を調査した。

(3)耕種概要

播種は台木「ドンK」とともに4月3日に行い、接ぎ木は4月13日に行った。定植は5月8日に行った。作型は露地普通作型で行った。整枝は、主枝の摘心を15節で行い、発生した子づるから生育の揃ったものを10

本確保した。着果節位は子づるの20節以上を目安に着果させ、その後摘果を行い最終的には1株4個着果とした。畝間は6m、株間は1m とした。施肥量は a 当たり基肥で窒素、リン酸、カリそれぞれ0.3kg、0.35kg、0.26kg、追肥で0.3kg、0.45kg、0.19kg とした。

3. 結果及び考察

(1)食味官能調査からみた収穫適期

「果肉色等の色合い」は、開花後33日と37日は色が薄く、また未着色の種子が目立ち評価が低かったが、41日以降は高かった。「甘さ」は37日から評価が高かった。「青臭さ」は41日以降ほとんど気にならなかった。「食感・シャリ感」は41日が最も高く、それ以降は低くなった。「総合評価」は、「果肉色等の色合い」、「青臭さ」、「食感・シャリ感」で評価が良くなった41日から高くなり、45日までは高く、それ以降は低下がみられてきたため、開花後41日から45日の間が収穫適期と判断した(図1)。この時の積算気温(開花日の翌日からの日平均気温の積算)は868℃~968℃だった。

(2)果実品質と収穫適期

種子の着色は33日~45日の間に急激に進んだ。収穫適期の始期にあたる41日では8割以上の種子が着色しており、食味官能調査の「果肉色等の色合い」に大きな影響を与えていると考えられ、着色種子の割合が熟度の判断に有効と思われた(図2)。

Brix と全糖含量は収穫適期よりかなり早い33日から高いが、それがすぐに食味官能評価の「総合評価」には反映されていなかった。糖組成は経時的に変化し、後半になるほどスクロース比率が高くなり、収穫適期の始期にあたる41日では30%を超えた(図3)。

果肉硬度は、徐々に小さくなる傾向がみられたが、その値の差は極小さく、今回用いた測定法では、「食感・シャリ感」の微妙な官能を評価できるものではないと考えられた(図4)。水分含量は徐々に減少し乾物が増える傾向がみられた(図4)。

(3)収穫判断基準

スイカの収穫判断基準の重要な項目として開花後の日数と積算気温がある。今回

の試験結果とこれまでの現地での作付結果をもとに、本作型における収穫適期を「開花後42日～45日、積算気温は950℃前後」と設定した。

また Brix も判断基準として重要な項目である。現地では、Brix が11度以上と設定しており、本品種もそれを目安とし「糖度(Brix)11度以上」を判断基準とした。

今回の試験結果から Brix は早い時期から高いが、それが必ずしも食味に反映されていないことがあることが明らかになり、熟度の判断が重要であると考えられた。そして、熟度の判断として、今回の試験から「種子の着色割合が8割以上」、「青臭さが全く気にならない」、「食感・シャリ感に優れる」を新たに設定することとした。

「あきた夏丸栽培暦」を作成するにあ

たり、これらの試験結果を引用した「収穫適期の判断基準」を設け、生産者が適期収穫できるように取り組んでいる。

4. まとめ

スイカの秋田県オリジナル品種「あきた夏丸」について経時的に収穫し、食味に優れる収穫適期を明らかにした。その試験結果と現地での作付け結果から、適期収穫に向け生産者が簡単に収穫期を判断できる基準を作成した。露地普通作型における収穫適期は開花後42日～45日、積算気温が950℃。試し割りを行い糖度(Brix)は11度以上。ただし、糖度(Brix)は早い時期から高いため、熟度の判断として、「種子の着色割合が8割以上」、「青臭さが全く気にならない」、「食感・シャリ感に優れる」とした。

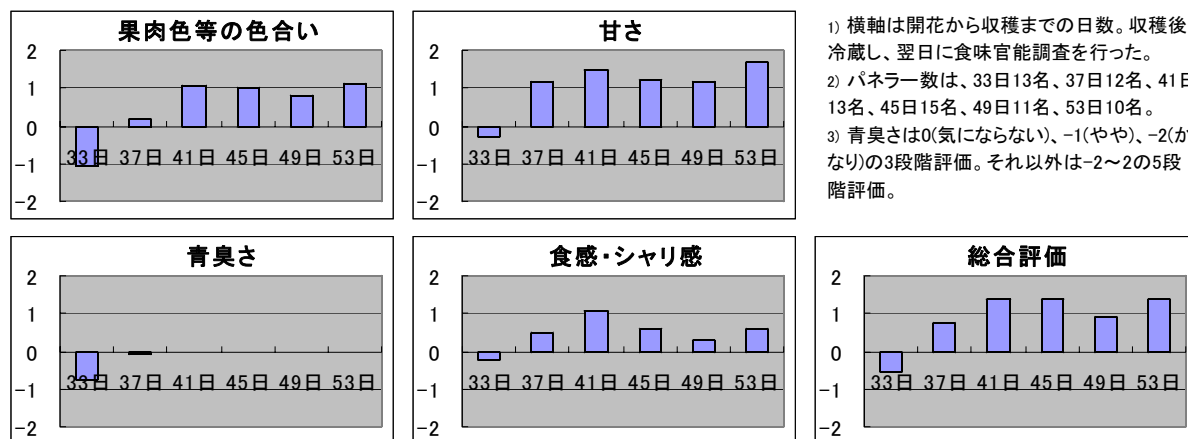


図1 収穫日の違いによる官能評価

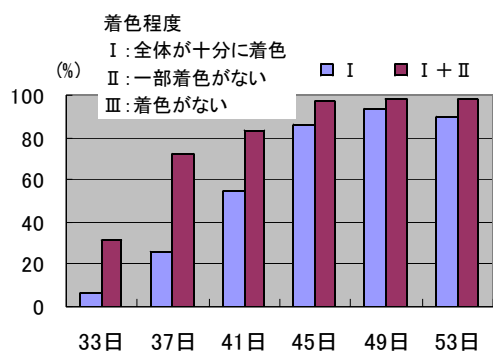


図2 種子の着色経過

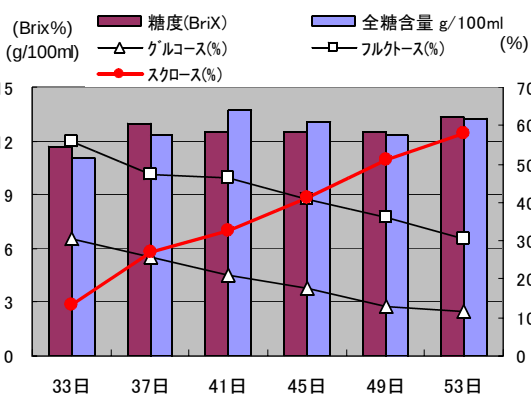


図3 果実中央部の糖度と糖含量並びに糖組成の変化

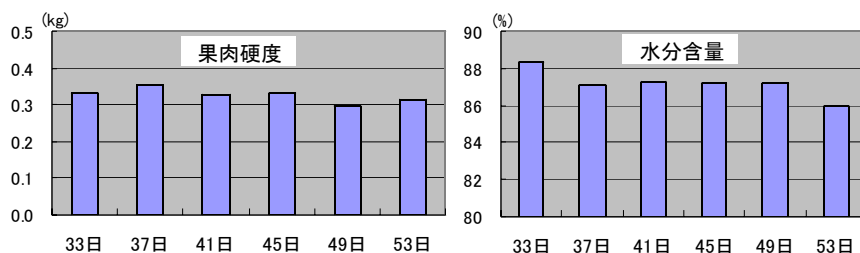


図4 果実中央部の果肉硬度と水分含量の変化

スイカ「あきた夏丸」の成熟に伴う糖の変化

篠田光江・本庄 求

1. ねらい

スイカの秋田県オリジナル「あきた夏丸」の適期収穫のため、収穫判断基準を作成した¹⁾。露地普通作型における収穫適期は開花後42日～45日、積算気温が950℃、糖度(Brix) 11度以上。熟度の判断として、「種子の着色割合が8割以上」、「青臭さが全く気にならない」、「食感・シャリに優れる」とした。「あきた夏丸」は糖度(Brix)が早い時期から高いため、糖度から適期を判断することは難しく、種子の着色や青ぐさみの判断は、人により誤差が生じやすい。そこで、より正確に熟度を判定するために、糖含量が使えないか検討した。

2. 試験方法

(1) 供試材料：調査用の果実は開花日が6月22日で同一なものを使用し、開花から33日、37日、41日、45日、49日、53日に経時的に収穫した。1回当たりの調査個数は5個とし、毎回未収穫の株からそれぞれ1個ずつ採取した。

(2) 分析：収穫した果実は縦半分カットし、中心部、種子部、皮目部、果梗部、梗あ部から直径13mm コルクボーラーを用いて厚さ2cmの果肉を切り出し、ニンニク絞り器で搾汁した汁液のBrix、糖含量を測定した。果汁を蒸留水で1,000倍に希釈し、HPLCで分離定量した。調査は収穫当日に、糖分析はサンプル採取後凍結することなくすぐに分析に供した。

(3) 耕種概要：普通作型(2007年)：播種は台木とともに4月3日に行った。定植は5月8日に行い、6月5日までトンネル被覆した。整枝は改良整枝法で行い、主枝を15節で摘心し、子づる10本を確保した。着果節位は子づるの20節以上を目安として着果させ、最終的に1株4果とした。畝幅は6m、株間は1mとした。施肥量はaあたり基肥で窒素、リン酸、カリそれぞれ0.3Kg、0.35Kg、0.26Kgとし、追肥で0.3Kg、0.45Kg、0.19Kgとした。抑制作型(2008年)：播種は台木とともに5月14日に行った。定植は6月10日に行った。整枝、栽培密度は普通作型と同様に行った。施肥量はaあたり基肥で窒素、リン酸、カリそれぞれ0.24Kg、0.28Kg、0.22Kgとし、追肥で0.3Kg、0.45Kg、

0.23Kgとした

3. 結果及び考察

Brix値は糖含量と近い値を示し、ほぼ全糖含量を示していた。収穫期よりかなり早い開花後33日で、Brix値は11.7%、37日ですでに13.0%を示し、それ以降53日までの変動は小さかった(図1)。

主要な糖の成分はグルコース、フルクトース、スクロースであり、開花後33日ではグルコース含量が高く、成熟が進むとスクロース含量が高くなった。構成割合は、成熟の進行に伴いスクロースの全糖に占める構成割合が直線的に高くなり、グルコース、フルクトースは低くなった(図2)。

果実の部位別に糖の構成割合を比較すると、スクロースの構成割合が高い順に種子部>中心部>皮目、果梗部>梗あ部となった(図3)。

開花後45日収穫の果実を室温で保存すると、全糖含量は収穫後減少し、スクロースの構成割合は高まった(図4)。

作型による違いでは、スクロース構成比は、抑制作型において、成熟初期に高い傾向がみられ、開花後41日には両作型に差はみられなくなった(図5)。

以上のことから、Brix値は収穫適期よりかなり早い開花後33日に、現地における収穫適期目安の11%を超えていたことから(図1)、熟度の指標にはならないと考えられた。

開花後日数に伴うスクロースの全糖に対する構成割合は、成熟の進行に伴い直線的に高くなり(図2)、熟度の指標に適していると考えられた。収穫適期とされる収穫後42～45日では、33～41%であった。

種子部では、他の部位に比べ肉質が粉質化しやすく、熟度が進みやすい可能性がある。各部位におけるスクロース構成割合は、種子部、中心部で高いことから(図3)、この部位で熟度が進みやすいこと、さらに、部位により熟度の進行が異なることが示唆された。収穫後に室温に保存すると、スクロース構成割合が高くなったことから(図4)、追熟しているものと考えられた。作型による違いは、果実の肥大期に高温となる抑制作型では、積算気温が高まるため、

普通作型よりも早くスクロース構成割合が高まり（図5）、熟度はより進んだものと推定された。

4. まとめ

秋田県オリジナルスイカ品種「あきた夏丸」の Brix、全糖含量は収穫期よりかなり早い時期から高く、成熟期間中の変動が少ないことから熟度の指標とはなりえなかった。スクロースの全糖に対する構成割合は、成熟の進行に伴い直線的に高くなり、熟度の指標に適していると考えられた。この指標から、果実内部での熟度の部位間差、収穫後の追熟や作期の影響などが考察できると考えられた。

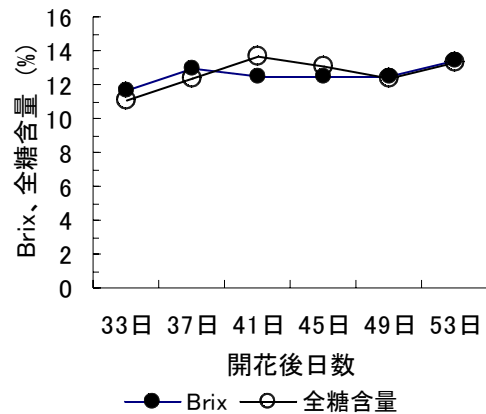


図1 成熟に伴う Brix、全糖含量の変化

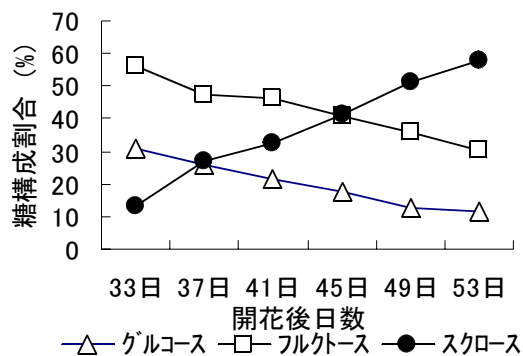
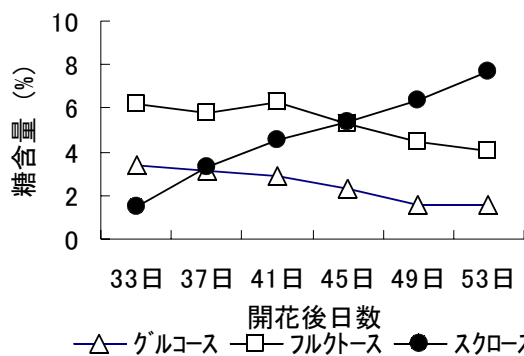


図2 成熟に伴う糖組成、構成割合の変化

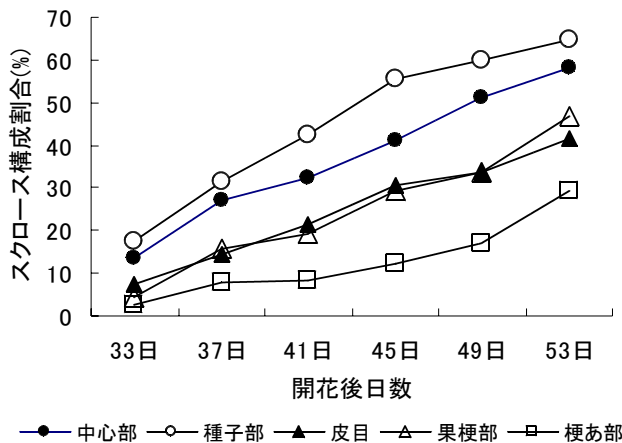


図3 部位とスクロース構成割合
スクロース構成割合：スクロース/全糖

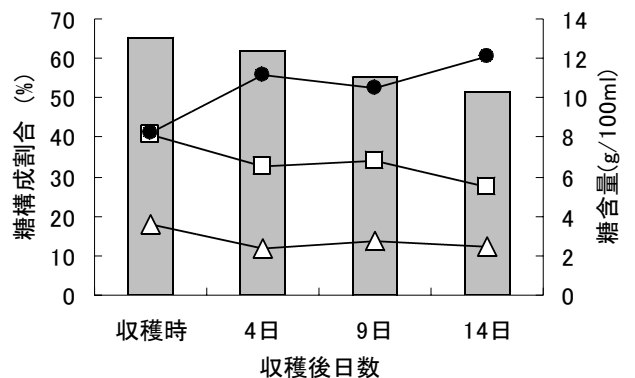


図4 追熟に伴う糖含量、構成割合の変化

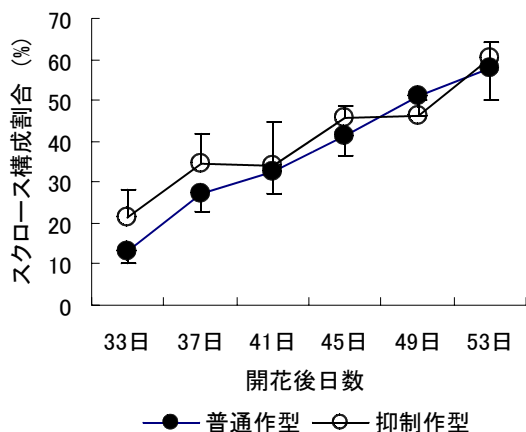


図5 作型とスクロース構成割合

引用文献

- 1) 本庄 求・篠田 光江・田口 多喜子・佐藤 菜々子. 2011. スイカ品種「あきた夏丸」の収穫判断基準. 秋田農技セ農試研究時報. 49.

砂壤土水田における育苗箱全量施肥法を用いた 高品質米生産技術の現地実証 第1報 水稻生育と玄米品質

進藤勇人、三浦恒子、佐藤雄幸

1. ねらい

近年「売れる米づくり」が推進され、目標収量(57kg/a)を確保し、かつ高整粒歩合、低タンパク質米の生産技術が求められている。これまでに、秋田農技セ農試では分げつ発生次位節位に着目し、高品質米安定生産技術として育苗箱全量施肥の密植栽培(三浦ら 2009)を開発した。

そこで、育苗箱全量施肥+密植栽培を4カ年にわたり、追肥回数が多く、玄米品質の低下しやすい現地砂壤土水田で継続し、水稻生育、収量や玄米品質について検討した。第1報では水稻生育、登熟形質、玄米品質について報告する。

2. 試験方法

- 1) 試験年次・試験場所：2006～2009年・秋田県中央部現地ほ場、中粗粒強グライ土(作土の土性：SL)
- 2) 供試品種：あきたこまち(中苗、4本植え)
- 3) 移植日・幼穂形成期・出穂期：5月14～18日・7月9～11日・8月1～4日
- 4) 試験区の構成：表1に示す。箱施肥区と側条区は同一ほ場内に、農家慣行ほ場は隣接ほ場に設置した。いずれのほ場も土づくり肥料(ケイ酸31%、リン酸4%など)を2006～2008年は12kg/a、2009年は10kg/a施用した。追肥は、窒素、カリのみを含む尿素系化成を用いた。
- 5) 分げつ発生調査：1株4個体植の1個体について、6～10株を2～3カ所で調査した。不完全葉を除く、主茎N葉から発生した分げつをN号1次分げつとした。

3. 結果及び考察

(1) 分げつ発生消長及び茎数の推移、有効茎歩合の特徴

箱施肥区の分げつは主に4号1次分げつから発生し、2次分げつの発生が少なかった。また、有効穂は、4～6号1次分げつが主体で穂に占める主茎及び3～6号1次分げつ比率は88.5%と高かった(表2)。

箱施肥区は側条区や農家慣行区より最高茎数が少なく、穂数もやや少なかった。ま

た、有効茎歩合は71%で最も高かった(図1)。砂壤土水田においても高品質米の安定生産に有効な3～6号1次分げつを主体に、有効茎歩合を高めて穂を確保できることが示された。

(2) 登熟形質の特徴

登熟中期における箱施肥区の籾あたりの出液速度は、2カ年とも最も速かった(図2)。箱施肥区は2次枝梗着粒比率が高まるものの、2次枝梗着粒籾の登熟度(登熟歩合×千粒重)が他の区に比べ、高かった。登熟中期の出液速度が速いことが反映されたものと考えられた(図3)。

(3) 収量及び玄米品質の安定性

箱施肥区の収量は4カ年にわたり30%以上減肥し、追肥を1～2回省略しても農家慣行と同等であった。また、4カ年とも目標収量である57kg/a以上の収量であった。穂数、籾数はやや少ないものの、登熟歩合が高く、千粒重が大きかった。整粒歩合、整粒率は安定して農家慣行区より高く、玄米タンパク質含有率は同等以下であった(表3)。

4. まとめ

育苗箱全量施肥+密植栽培を4カ年にわたり現地砂壤土水田で実証した。30%以上減肥し、無追肥で4カ年とも57kg/a以上の収量を確保し、整粒歩合、整粒率は安定して農家慣行区より高く、玄米タンパク質含有率は同等以下であった。凋落しやすい砂壤土水田においても登熟形質が向上し、特に登熟不良になりやすい2次枝梗着粒籾の登熟度が高まることから、高品質米を安定生産するために有効な技術と考えられる。

謝辞：試験の遂行に協力して頂いた JA 秋田みなみ 安田源一郎氏、児玉洋文氏、ほ場を提供して頂いた稲作部会の皆様に、謹んで感謝致します。

本報の一部は、農水省委託プロ「地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発」により得られた成果である。関係各位に謹んで謝意を表する。

表1 栽植密度及び施肥法、施肥窒素量(2006～2009)

試験区	平均栽植密度 株/㎡	施肥法	基肥		回数	追肥 ¹⁾		総施肥窒素量 gN/㎡
			肥料種	施肥量 gN/㎡		合計施肥量 gN/㎡		
箱施肥	23.5	育苗箱全量施肥	専用肥料100日タイプ 速効N:LP70＝1:1 速効N:LP70＝1:1、被覆尿素入り肥料	6～7	0	0	6～7	
側条	23.4	側条施肥		6	2	3.0	9	
農家慣行	20.8	側条、全層、側条+全層		7～7.5	1～2	1.7～3.2	9.2～10.2	

注1: 追肥時期は、幼穂形成期と減数分裂期である

表2 分けつ発消長の特徴(2006～2009年の平均値)

試験区	本/10個体												穂に占める主茎 +3～6号1次分 げつ比率(%)		
	1次分けつ														
	1号+2号		3号		4号		5号		6号		7号+8号			2次分けつ	
	発生	有効	発生	有効	発生	有効	発生	有効	発生	有効	発生	有効		発生	有効
箱施肥	0	0	3	3	8.6	8.2	10.0	9.7	9.9	9.3	6.9	1.9	18.9	3.4	88.5
側条	3	3	3	3	8.6	8.2	10.0	9.7	9.9	9.3	9.6	2.2	36.8	6.3	80.6

発生: 10個体あたりの次位節位別分けつ発生数

有効: 10個体あたりの次位節位別有効茎数

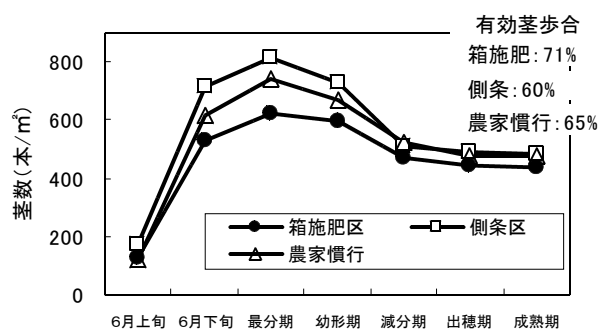


図1 茎数の推移と有効茎歩合(2006～2009の平均値)

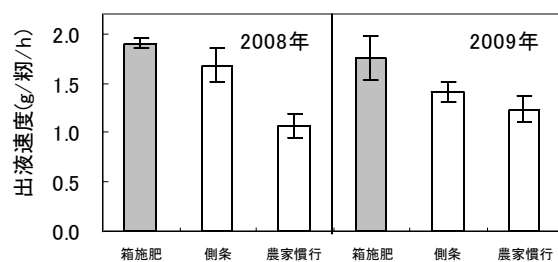


図2 登熟中期における出液速度

注1: 平均的な生育の6株を供試し、調査は2008年は出穂24日後(8月24日)、2009年は出穂19日後(8月23日)に調査した。



図3 枝梗別粒数比率と登熟度(2009)

注1: グラフ内の囲みは、各枝梗別の登熟度(登熟歩合(粒数に占める粒厚1.9mm以上玄米数の割合)×千粒重)である

注2: グラフ上の数字は、着粒数(千粒/㎡)

表3 収量及び収量構成要素、玄米品質(2006～2009の平均値)

年次	試験区	総施肥窒素量 gN/㎡	追肥 回数	精玄米重 kg/a	CV %	穂数 本/㎡	初数 千粒/㎡	登熟歩合 %	千粒重 g	外観品質 1-9	整粒歩合 %	CV %	整粒率 粒数%	玄米タンパク 質含有率(%)	CV %
2006	箱施肥	6	0	60.0		398	27.3	94.3	22.4	2.0	77.3		-	5.7	
	農家慣行	9.2	1	62.6		463	31.5	93.8	22.0	2.0	77.0		-	6.2	
2007	箱施肥	7	0	62.2		432	32.1	86.7	22.6	2.0	77.7		74.4	5.9	
	農家慣行	10.2	2	62.7		461	32.3	90.6	22.0	2.0	76.7		70.4	6.1	
2008	箱施肥	6.5	0	59.7		463	29.3	88.0	23.2	2.0	81.3		90.4	6.0	
	農家慣行	9.5	1	64.5		523	34.7	83.1	23.0	2.0	79.4		84.6	6.0	
2009	箱施肥	6.3	0	58.9		457	29.5	89.4	22.6	1.0	79.7		89.9	6.0	
	農家慣行	9.6	2	57.2		453	30.8	88.1	22.1	2.0	75.0		83.8	6.0	
平均	箱施肥	6.5	0	60.2	2.3	437	29.5	89.6	22.7	1.8	79.0	2.4	84.9	5.9	2.0
	農家慣行	9.6	1～2	61.7	5.1	475	32.3	88.9	22.3	2.0	77.0	2.4	79.6	6.1	1.9

注1: 整粒歩合は、東北農政局秋田農政事務所調べ。カメムシ斑点米、胴割れ粒は、除く。

注2: 整粒率は、2007年はshi社品質判定器RS2000、2008、2009年はSa社穀粒判別器RGQ110Aによる(胴割れは判定していない)。2006年は調査していない。

注3: 玄米タンパク質含有率は、水分を15%とし、玄米窒素含有率に5.95を乗じて求めた。

引用文献

- 1) 三浦 恒子ら. 2009. 育苗箱全量施肥栽培による水稻あきたこまちの分けつ発生の特徴と高品質・良食味米安定生産の実証. 日作紀78: 43-49.
- 2) 進藤 勇人ら. 2010. 砂壤土水田における育苗箱全量施肥法を用いた高品質米生産技術の現地実証 第1報 水稻生育と玄米品質. 東北農業研究62: 37-38.

砂壤土水田における育苗箱全量施肥法を用いた 高品質米生産技術の現地実証 第2報 養分吸収特性と土壤化学性

進藤勇人、三浦恒子、佐藤雄幸

1. ねらい

秋田農技セ農試が高品質米の安定生産のために開発した育苗箱全量施肥+密植栽培を4カ年にわたり現地砂壤土水田で継続し、第1報では水稻生育、収量や玄米品質について報告した。育苗箱全量施肥は窒素のみの施肥になるため、リン酸、カリといった養分の不足などが懸念されている。砂壤土において育苗箱全量施肥法を連続した場合の養分収支や土壤化学性についての報告例はない。

そこで、第2報では稲体養分吸収特性と養分の投入量、持ち出し量、土壤化学性について検討したので、報告する。

2. 試験方法

- 1) 試験年次・試験場所：2006～2009年・秋田県中央部現地ほ場、中粗粒強グライ土（作土の土性：SL）
- 2) 供試品種：あきたこまち
- 3) 試験区の構成：①箱施肥区 育苗箱全量施肥（商品名：苗箱まかせ N400-100）6～7gN/m²（無追肥）、②側条区 基肥 側条施肥（速効 N：LP70＝1:1、12-16-14）6gN/m²、追肥 幼穂形成期 1 gN- 1 gK₂O/m²、減数分裂期 2gN-2gK₂O/m²を同一ほ場内に設置した。土づくり肥料（ケイ酸31%、リン酸4%など）を2006～2008年は12 kg/a、2009年は10kg/a 施用した。追肥は、窒素、カリのみを含む尿素系化成を用いた。耕種概要等の詳細は、第1報に示す。
- 4) 土壤化学性：試験開始前、試験4年継続後の2009年収穫後に、作土及び次層から採土し、可給態リン酸（トルオーグ法）、交換性カリ（1M酢酸アンモニウム抽出）を測定した。

3. 結果及び考察

(1) 収量、収量構成要素、玄米品質

箱施肥区は無追肥で総施肥窒素量を30%程度削減しても、側条区とほぼ同等の収量が安定して得られ、整粒歩合、整粒率が高まる傾向であった（表1）。

(2) 葉色及び窒素吸収量の推移

箱施肥区の葉緑素計値は無追肥でも変動

が少なく、側条区と比べ、幼穂形成期でほぼ同等となり、減数分裂期でやや高かった（図1）。

箱施肥区の窒素吸収量は側条区と比べ、穂揃い期まで特に茎葉で少ないものの、成熟期ではほぼ同等であった（図2）。

(3) 成熟期における養分吸収量

成熟期における箱施肥区の養分吸収量は窒素、リン酸、カリそれぞれ、10.8、6.8、16.1g/m²で側条区とほぼ同等であるが、茎葉の養分吸収量側条区比は84～95とやや少なく、秋まさりの生育が反映したものと考えられた（表2）。

(4) 肥料及び稲わら由来養分投入量と籾由来養分持ち出し量

箱施肥区の養分ほ場投入量はカリがやや少ないものの、成熟期の養分吸収量と近似したものであった。一方、側条区は、いずれの養分についても成熟期の吸収量を上回っていた。稲わらすき込み分を除く養分投入量と籾による持ち出し分の差では、箱施肥区はカリのマイナスがやや大きく、側条区では、いずれの養分でもプラスの収支であった（表2、3）。

(5) 土壤化学性の変化

箱施肥4年継続後の土壤可給態リン酸は側条区と同等で試験開始前と変化が小さいが、交換性カリは、作土での減少が大きかった。カリは養分収支がマイナスであることが反映したものと考えられ、砂壤土水田では育苗箱全量施肥を継続するために、カリを施用する必要があると考えられた（表4）。

4. まとめ

育苗箱全量施肥+密植栽培を4カ年にわたり現地砂壤土水田で継続し、窒素、リン酸、カリ吸収量を調査した結果、養分吸収量は水稻の生育特性を反映したものになっていた。わらすき込み分を除く養分投入量と籾による持ち出し分の差では、箱施肥区はカリのマイナスがやや大きかった。これを反映し、作土の交換性カリの減少が大きかった。砂壤土水田では育苗箱全量施肥を継続するために、カリを

施用する必要があると考えられた。

謝辞：試験の遂行に協力して頂いた JA 秋田みなみ 安田源一郎氏、児玉洋文氏、ほ場を提供して頂いた稲作部会の皆様に、謹

んで感謝致します。

本報の一部は、農水省委託プロ「地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発」により得られた成果である。関係各位に謹んで謝意を表する。

表1 収量及び収量構成要素、玄米品質(2006～2009年の平均値)

試験区	総施肥素量 gN/㎡	追肥 回数	精玄米重 kg/a	CV %	穂数 本/㎡	粒数 千粒/㎡	登熟歩合 %	千粒重 g	外観品質 1-9	整粒歩合 %	CV %	整粒率 粒数%	玄米タンパク 質含有率(%)	CV %
箱施肥	6.5	0	60.2	2.3	437	29.5	89.6	22.7	1.8	79.0	2.4	84.9	5.9	2.0
側条	9.0	2	61.7	6.4	493	30.9	90.9	22.6	2.0	77.6	4.0	83.5	5.8	1.9

注1：整粒歩合は、東北農政局秋田農政事務所調べ。カメムシ斑点米、胴割れ粒は、除く。

注2：整粒率は、2007年はshi社品質判定器RS2000、2008、2009年はSa社穀粒判別器RGQ110Aによる（胴割れは判定していない）。2006年は調査していない。

注3：玄米タンパク質含有率は、水分を15%とし、玄米窒素含有率に5.95を乗じて求めた。

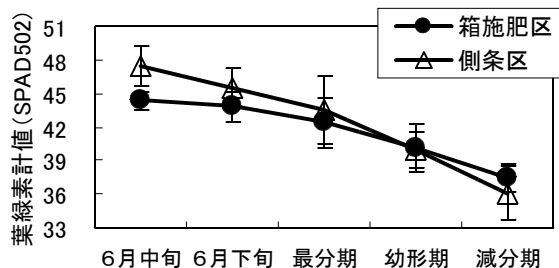


図1 葉色の推移(2006～2009年の平均値)

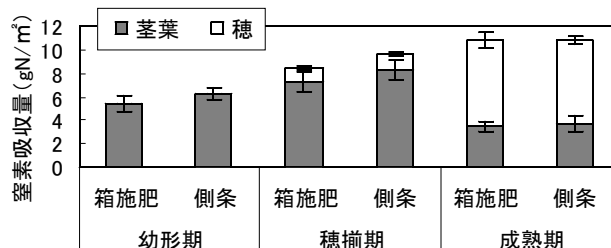


図2 窒素吸収量の推移(2006～2009年の平均値)

注1：図中の垂直線は、標準偏差である

表2 成熟期における窒素、リン酸、カリの吸収量(2006～2009年の平均値)

試験区		窒素(gN/㎡)			リン酸(gP ₂ O ₅ /㎡)			カリ(gK ₂ O/㎡)		
		穂	茎葉	合計	穂	茎葉	合計	穂	茎葉	合計
箱施肥	吸収量	7.3(±0.6)	3.5(±0.4)	10.8(±0.4)	4.9(±0.7)	1.9(±0.4)	6.8(±0.7)	2.6(±0.2)	13.4(±0.2)	16.1(±0.3)
	側条区比	102	94	100	100	84	95	98	95	96
側条	吸収量	7.1(±0.4)	3.7(±0.6)	10.9(±0.3)	4.9(±0.5)	2.3(±0.4)	7.2(±0.5)	2.7(±0.3)	14.1(±0.6)	16.8(±0.8)

注1：カッコ内は、標準偏差である

表3 肥料および稲わら由来養分投入量と籾由来養分持ち出し量の比較(2006～2009)

投入・持ち出し	項目		箱施肥			側条		
			窒素 (gN/㎡)	リン酸 (gP ₂ O ₅ /㎡)	カリウム (gK ₂ O/㎡)	窒素 (gN/㎡)	リン酸 (gP ₂ O ₅ /㎡)	カリウム (gK ₂ O/㎡)
投入	土づくり肥料	/年	0	4.6	0	0	4.6	0
	基肥	/年	6.5	0	0	6	8	7
	追肥	/年	0	0	0	3	0	3
	稲わらすき込み	/年	3.5	1.9	13.4	3.7	2.3	14.1
	合計	/年	10.0	6.5	13.4	12.7	14.9	24.1
持ち出し	籾	/年	7.3	4.9	2.6	7.1	4.9	2.7
投入(稲わらを除く)－持ち出し		/年	-0.8	-0.3	-2.6	1.9	7.7	7.3
		/4年	-3.2	-1.4	-10.5	7.4	30.6	29.3

注1：かんがい水による養分の負荷と流亡は考慮していない

注2：稲わらすき込み及び籾はそれぞれ、成熟期の茎葉と穂の養分吸収量である

表4 土壌化学性の変化

採土時期	試験区	層位 cm	pH(H ₂ O)	可給態リン酸 P ₂ O ₅ g/㎡	交換性カリ K ₂ O g/㎡
試験開始前		0～11	6.0	76	32
2009年作付け後	箱施肥	0～11	6.2	76	18
		11～22	6.6	56	22
	側条	0～11	6.2	80	32
		11～22	6.6	56	26

注1：作土及び次層のCECはそれぞれ、18、17me/100g乾土である

注2：面積あたり可給態リン酸、交換性カリ量は、作土及び次層の仮比重を1.1、0.95として算出した

引用文献

1) 進藤 勇人ら．2010．砂壤土水田における育苗箱全量施肥法を用いた高品質米生産技術の現地実証 第2報 養分吸収特性と土壌化学性．東北農業研究62：39-40．

秋田県北地域における水稻栽植密度低下の影響

佐藤雄幸・進藤勇人・金和裕
(秋田県農林水産技術センター 農業試験場)

1. ねらい

あきたこまちでは、主茎と1次分げつ3号から6号を確保すると整粒歩合が高く、玄米タンパク含有率が低くなるため、高品質安定生産につながる(金ら2003)。しかし、米価の長期低落と育苗に係る資材費の変動が大きく、省力・省資材化による低コスト生産のため、生産現場における栽植密度の低下傾向が顕著になっている(秋田県2009)。このため田植え時期の温度確保の厳しい県北地域において、栽植密度の現状とその低下に伴う水稻生育と収量への影響を検討した結果、安定生産に資する知見を得たので報告する。

2. 試験方法

(1) 県北地域の栽植密度

県北地域普及指導課のあきたこまち定点調査圃1988～2009年データから、調査圃場の栽植密度を平均して年次別栽植密度として示した。

(2) 栽植密度低下の影響解析

大館市比内試験地における2000～2009年データによって解析。栽植密度は、24.3～19.9株/m²の範囲である。試験場所及び供試品種は大館市比内(礫質灰色低地土)、品種あきたこまちである。耕種概要として、基肥は0.7 kg/a (N、P₂O₅、K₂Oの3成分共通)、追肥は減数分裂期にN成分で0.2 kg/aを施用。播種量は乾籾100g/箱として、ビニールハウス内で無加温35日育苗した中苗を用いた。移植時期は5月10～12日、機械移植である。葉数は、不完全葉を除いたn葉を調査した。分げつ調査は、1株4本植えて1株内の1個体について調査し、10個体の発生数で示した。大館市比内試験地の気温は、大館市アメダス計測値を用いた。

3. 結果及び考察

(1) 県北地域の栽植密度

県北地域における栽植密度は、1988年から概ね漸減していて、ここ3年は21株/m²を下回る栽植密度であった。平均栽植密度は1988年から3か年が22.9株/m²に対して、2007年から3か年が20.6株/m²となり、平均では2.3株/m²の減少となっているこ

とが判明した(図1)。

(2) 比内試験地の移植日から10日間の平均気温と茎数増加比

移植日から10日間の平均気温は、14℃を下回る年次が5か年あった。移植日から10日間の平均気温と6月18日、6月25日の茎数増加比には、有意な正の相関関係が認められた(図2)。1株内の茎数推移についてみると、茎数増加比は6月10日では葉数6.6～7.0葉で1.5～4.0、6月18日では葉数8.5～9.4葉で2.8～6.4、6月25日では葉数9.0～10.2葉で3.9～7.3、7月5日では葉数10.3～11.3で6.2～8.3であった(図3)。

(3) 比内試験地の栽植密度と水稻生育との相関関係

栽植密度と6月18日、6月25日、7月5日のm²あたり地上部乾物重、栽植密度と6月18日、6月25日のm²あたり窒素吸収量との間には有意な正の相関関係が認められた。栽植密度と窒素含有率には有意な相関関係は認められなかったが、栽植密度の増加に伴い7月5日の稲体窒素含有率は低くなる傾向を示した(表1、図4)。

(4) 比内試験地の栽植密度と収量関係

収量関係では、栽植密度の増加に伴い全重は増加傾向にあるが、玄米重は栽植密度22株/m²程度で多収であると推察された(図5)。

4. まとめ

中苗移植では、移植日からの低温によっては第3号、4号1次分げつが100%確保することが困難な年次があった。この場合は2次分げつが発生し始める6月25日頃までの茎数増加に影響すると推察された。検討した範囲の栽植密度の低下は、m²あたり地上部乾物重、m²あたり窒素吸収量が低下するものの、玄米重への影響は認められなかった。栽植密度の低下を伴う栽培技術の導入にあたっては、中苗では1次分げつである3号、4号を確実に確保できる技術確立が前提とみられた。今後とも栽植密度と水稻生育と収量への影響を注視していく必要がある。

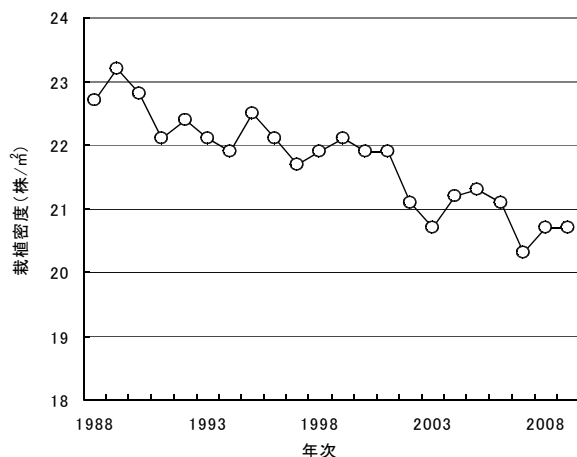


図1 県北地域の栽植密度の推移
(普及指導課定点1988～2009年より作成)

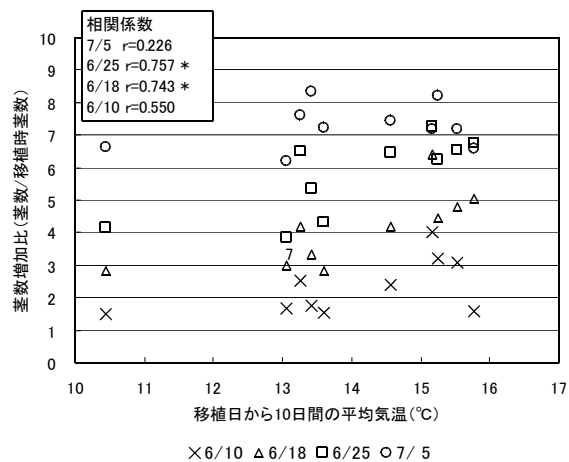


図2 移植日から10日間の平均気温と茎数増加比
(普及指導課定点1988～2009年より作成)

表1 栽植密度と時期別水稻生育との相関係数の有意性 (農試比内試験地データ)

月日	m^2 あたり地上部乾物重		稲体窒素濃度(%)		m^2 あたり窒素吸収量	
6月10日	0.62	n.s	-0.20	n.s	0.48	n.s
6月18日	0.80	**	0.43	n.s	0.82	**
6月25日	0.76	*	-0.11	n.s	0.76	*
7月5日	0.78	**	-0.61	n.s	0.59	n.s
幼穂形成期	0.34	n.s	-0.51	n.s	-0.01	n.s
減数分裂期	0.45	n.s	-0.33	n.s	0.07	n.s

**は1%、*は5%で有意、n.sは有意でない

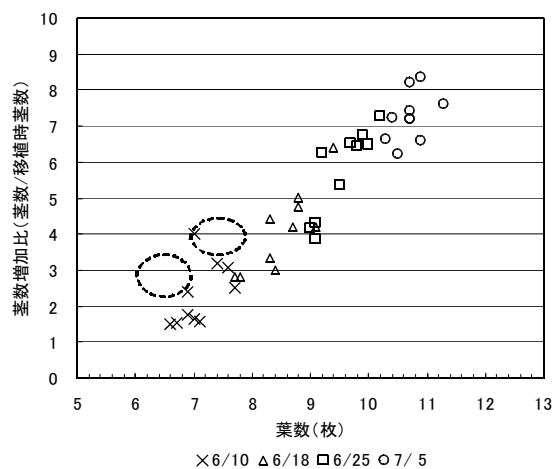


図3 葉数と株内茎数増加比
(比内試験地2000～2009年)
注) 図中の波線は、茎数目標域

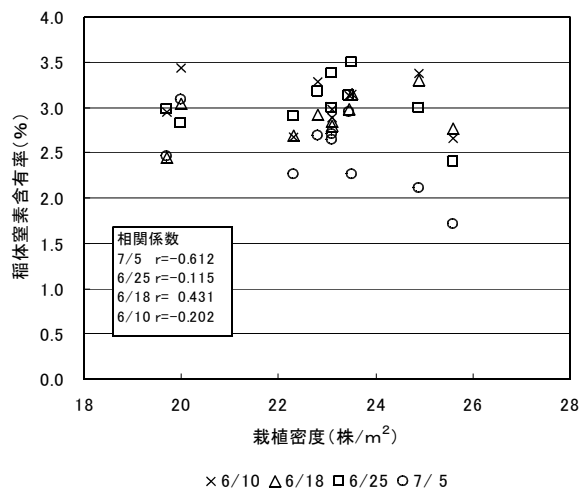


図4 栽植密度と稲体窒素濃度
(比内試験地2000～2009年)

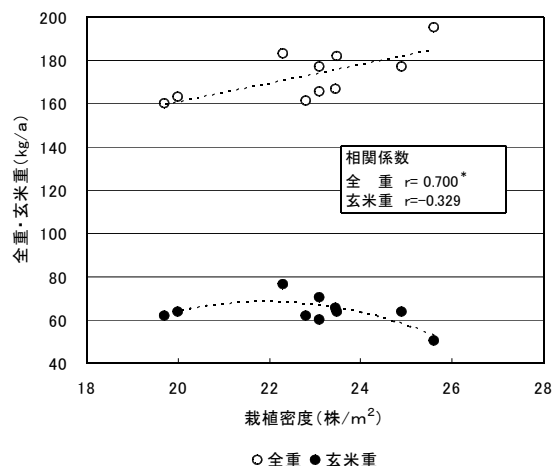


図5 栽植密度と全重及び玄米重
(比内試験地2000～2009年)

引用文献

1. 秋田県農林水産部. 2009. 作況ニュース第8号. 49.
2. 金和裕・金田吉弘・柴田智・佐藤馨・三浦恒子・佐藤敦. 2005. 高品質・良食味米生産に適した分けつの次位・節位. 日作紀74. 149-155.

寒冷地におけるダイズ品種リュウホウの 晩播栽培による高品質安定生産

松波寿典・井上一博*・佐藤雄幸・佐藤健介・小笠原泉**・佐々木景司・猿田進・佐藤敬亮
(*元秋田県仙北地域振興局、**秋田県由利地域振興局)

1. ねらい

異常高温年であった 2010 年度の秋田県の大豆の作柄は東北 6 県で最も不良となった。一方、近年、全国各地において大豆の晩播栽培による障害粒の軽減や子実蛋白質含有率の向上(井上・佐藤 2007、内川ら 2006)、イソフラボン含量の向上に伴う品質改善(遠藤ら 2004)が報告されている。このことから、晩播栽培は高品質大豆の安定生産技術として有効である可能性が推察される。そこで、寒冷地である秋田県における晩播栽培の有効性について、過去 10 年間の播種期の異なるダイズ品種リュウホウの収量、外観品質の推移から検討した。

2. 試験方法

2001 年から 2010 年までの秋田県秋田市の秋田県農林水産技術センター農業試験場におけるデントコーン・小麦・大豆の 3 年 3 作輪作圃場(表層腐植質黒ボク土)において、5 月 23 日から 25 日(標播)、6 月 19 日から 22 日(晩播)、7 月 8 日から 10 日(極晩播)に、標播は 13.3 粒/m²(畦幅 75cm×株間 20cm、2 粒播)、晩播は 19.0 粒/m²(畦幅 75cm×株間 15cm、2 粒播)、極晩播は 33.3 粒/m²(畦幅 60cm×株間 10cm、2 粒播)の栽植密度で播種し、慣行法に準じて栽培した。肥料は播種に先立ち、全量基肥として化成肥料を N、P₂O₅、K₂O の各成分でそれぞれ 0.25、0.75、0.75kg/a、熔リン、炭酸カルシウムを各 6kg/a、堆肥を 200kg/a 施用した。成熟期に坪刈収量、外観品質を調査した。

3. 結果及び考察

過去 10 年間の収量と外観品質の推移から、2006 年以降、標播と晩播の収量差は小さく、晩播は標播や極晩播に比べ、外観品質が安定して高く推移していた(第 2 図)。

普通畑において晩播と標播の収量及び収量構成要素に有意差は認められず、晩播は標播よりも蛋白質含有率が高く、外観品質も優れていた(第 1 表)。

異常高温年であった 2010 年の農業試験場及び現地転換畑においても、6 月 10 日以

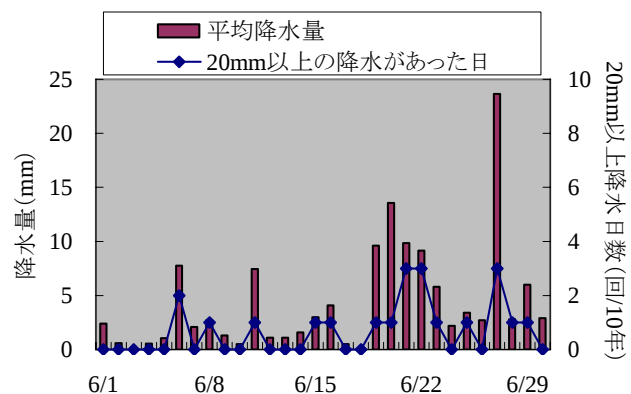
降の播種では、収量、外観品質は優れていた(第 2 表)。

過去 10 年間の降水概況から、6 月 20 日からの 3 日間と 6 月 27 日から 29 日にかけて降水が多く(第 1 図)、この時期、降雨に遭遇する可能性が高いことが示された。

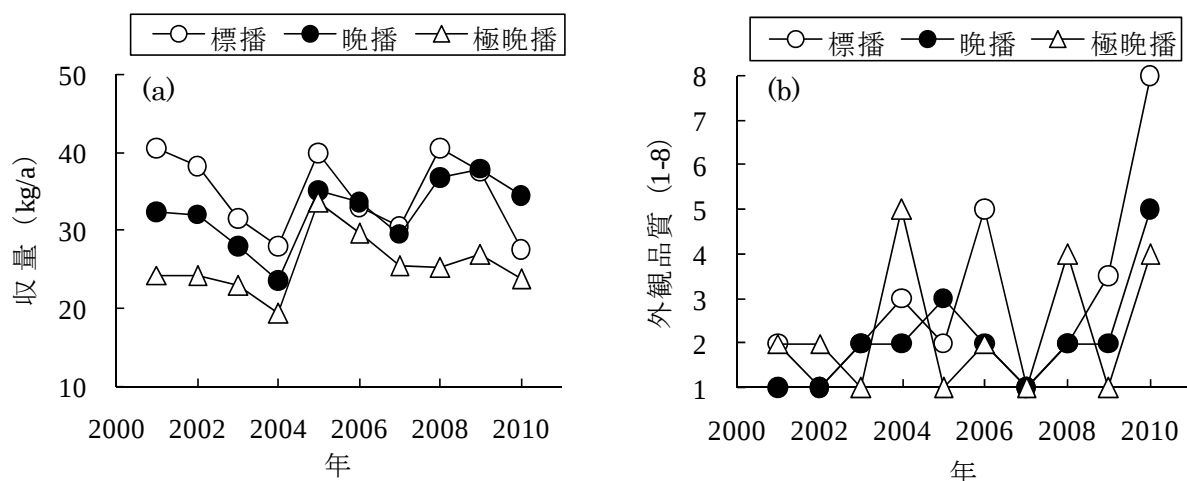
4. まとめ

リュウホウの晩播栽培は高品質安定生産技術として期待されるが、6 月下旬以降、降雨による影響を受ける場合があることから以下の点に留意する。

- 1) 6 月下旬の降雨を想定した播種計画を設定するとともに、6 月 20 日以前にも 1~2 回程度は降雨に遭遇するため、事前の排水対策は必ず実施する。
- 2) 梅雨時期が長期化すると生育の小型化が懸念されることから、播種設定は目安として畦間 70cm×株間 11~14cm の 2 粒播とし、播種量は大粒で 5.9kg/10a、中粒で 5.5kg/10a 以下にならないように注意する。
- 3) 作付面積が広く、播種時期が遅くなる圃場は、作業機械の格納庫に近い圃場になるよう播種作業計画を設定する。
- 4) 6 月中旬以降播種する場合、融雪から播種までの期間が長いことから、播種までに除草が必要となる圃場では 4 月下旬頃に非選択性茎葉処理剤を散布する。耕起で対応する場合は、深耕すると降雨が圃場に滞水し易くなることから、深耕を避け、雑草が大型化する前に浅耕で対応する。



第 1 図 過去 10 年間(2001~2010 年)の 6 月の降水概況(アメダス:大正寺)



第2図 過去10年間（2001～2010年）の収量（a）と外観品質（b）の推移

注) 収量は4.1m²の坪刈サンプルの粗子実から病虫害および腐敗粒を除いた水分15%換算した5.5mm以上の子実収量。外観品質は農林水産省秋田農政事務所により1～8段階（1等、2等、3等の上下、特定用途、等外）に区分した値。図中の値は平均値（n=2）を示す。

第1表 普通畑における播種期別の生育、収量、収量構成要素、品質（2006～2009年）

播種期	播種 日 (月/日)	開花 期 (月/日)	成熟 期 (月/日)	坪刈 ¹⁾ 収量 (kg/10a)	莢数 (/m ²)	一莢内 粒数 (粒/莢)	百粒 重 (g/100粒)	外観 ²⁾ 品質 (1-8)	蛋白質 ³⁾ 含有率 (%)
標 播	5/24	7/23	9/28	354	592	1.79	33.2	2.9	41.9
晩 播	6/20	8/5	10/10	345	568	1.83	33.2	1.8	44.2
t 検定	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns	*

1) 4.1m²の坪刈サンプルの粗子実から病虫害粒および腐敗粒を除いた水分15%換算した5.5mm以上の子実収量。
2) 農林水産省秋田農政事務所により1～8段階（1等、2等、3等の上下、特定用途、等外）に区分した。3) Infratec1241 Grain Analyzer（検量線：SO138011大豆）で測定した。表中の値は年次を反復とした平均値（n=4）を示す。表中のnsは有意差がないことを、*は5%水準（t検定）で有意差があることを示す。

第2表 農試および現地転換畑における実証試験（2010年）

場所	播種 時期	全刈収量 粗収 精収 (kg/10a)	百粒 重 (g/100粒)	蛋白質 含有率 (%)	外観 品質	粒径比率 7.9mm> 7.9~7.2mm (%)
農試	6/4	360	291	35.0	44.0	1等下 73
	6/26	314	279	34.5	43.9	1等上 82
協和	6/1	267	119	29.9	44.0	3等上 29
	6/8	303	239	30.1	42.7	2等下 41
	6/25	276	238	32.1	42.4	1等上 70
三種	6/9	-	-	28.9	41.4	2等上 45
	6/20	-	-	31.3	41.7	1等下 79

注) 農試：6/4（畝間75cm×株間18cmの2粒播＜播種量4.4kg/10a>）、6/26（同75cm×同12cmの2粒播＜播種量6.7kg/10a>）、協和：6/1、6/8（同65cm×同18cmの2粒播＜播種量5.1kg/10a>）、6/25（同65cm×同12cmの2粒播＜播種量7.2kg/10a>）。三種：6/9、6/20（同70cm×同15cmの2粒播＜播種量5.3kg/10a>）。農試と協和は転換初年目、三種は転換2年目。1) 粗収量はコンバイン収穫直後の粗子実重を水分15%換算した値。精収量は坪刈サンプルの粗子実から病虫害粒及び腐敗粒を取り除いた割合を乗じ水分15%換算した粒径7.2mm以上の子実重の値。

引用文献

- 1) 井上一博・佐藤雄幸 2007. 大豆「リュウホウ」のちりめんじわ粒の晩播栽培による抑制効果. 平成19年度東北農業研究成果情報. 東北農業研究センター, 岩手. 73-74.
- 2) 内川修・佐藤大和・田中浩平・松江勇次 2006. ダイズ「サチユタカ」における裂皮粒の発生と播種時期、栽植密度との関係. 日作紀 75:23-27.
- 3) 遠藤浩志・大野正博・丹治克男・境哲文・金子憲太郎 2004. ダイズ品種の収量およびイソフラボン含量に及ぼす播種期および登熟環境条件の影響. 日作紀 73:293-299.

「あきた eco らいす」における雑草防除

三浦恒子・藤井直哉

1. ねらい

市場や消費者のニーズに応えるため、全国で農薬の使用回数を制限した水稻栽培が行われている。秋田県においても、農薬使用成分回数を県の慣行とされる 20 回の 2 分の 1 以下である 10 回以下に抑えた水稻を「あきた eco らいす」と総称し、その生産の拡大を図っている。

本報では、「あきた eco らいす」の栽培体系における雑草防除の特徴と取り組みの事例を紹介する。

2. 試験方法

1) 一発処理剤の適期使用の推奨

ノビエおよびホタルイの葉齢と各葉齢に達するまでの代かきからの日数は、2005～2010 年に、財団法人日本植物調節剤研究協会から受託した水稻関係除草剤適 2 試験を行った圃場で調査した。

2) 現地実証試験

(1) 実施場所：M 町 S 地区、D 市 N 地区

(2) 試験年次：2008～2009 年

(3) 一発処理除草剤の除草効果調査は、2008 年に M 町 S 地区で行った。

(4) 除草体系および効果の聞き取り調査は、2009 年に M 町 S 地区、D 市 N 地区で行った。

(5) 実施した防除体系は第 1 表を参照。

3. 結果及び考察

1) 一発処理剤の適期使用の推奨

稲作指導指針では、「あきた eco らいす」の病害虫・雑草の基本防除体系での除草剤の使用成分回数を 3 回としている(第 1 表)。これに基づく、雑草防除は多くの場合、3 成分混合の一発処理除草剤 1 回の使用に限られる。現在流通している一発処理除草剤の多くでは、枯殺限界がノビエ 2.5 葉となっている。一方、生産者は水稻苗の活着を優先する余り、雑草が故殺限界葉齢に達しても除草剤を使用せず、一発処理除草剤の処理時期を逸している事例が多いと推察される。そこで、「あきた eco らいす」では、使用適期内での早めの除草剤処理と、除草

剤の効果の安定化を促すために、一発処理除草剤をノビエ 2 葉期までに処理するように提案している。日数を処理時期の指標とする場合には、秋田農試内圃場における代かきからノビエ 2 葉期までの 6 年間の日数が最小で 9 日、平均で 13 日であった(第 2 表)ことから、「あきた eco らいす」における一発処理除草剤の安定した除草効果の得られる処理時期は、「代かきから 10 日以内」とすることを推奨している。

2) 現地実証試験

M 町 S 地区では、代かきから移植までの日数が一週間程度で、2007 年までは移植前の初期剤を含めた体系処理が行われていたが、2008 年には「あきた eco らいす」の体系を採用して一発処理除草剤(第 1 表)のみの雑草防除に変更した。すなわち、代かき日は 2008 年 5 月 18 日、移植日は 5 月 22 日、除草剤処理は 5 月 25 日であり、代かきから除草剤処理までの日数は 7 日間であった。除草効果は第 3 表に示すように高く、問題はなかった。2009 年の聞き取り調査では、M 町 S 地区、D 市 N 地区ともに代かきから除草剤処理までの日数は 10 日程度であった。ここでも一発処理除草剤の除草効果は高く、雑草防除の問題はなかったと生産者は判断していた。(第 4 表)。しかし、両地区ともに多様な条件の圃場において水稻を栽培していることから、今後は田畑輪換の中での復元田や、難防除雑草の発生している圃場における「あきた eco らいす」の雑草防除について取り組んでいく必要がある。

4. まとめ

寒冷地北部に位置する秋田県において、制限のある除草剤の成分回数をもって雑草防除を行うためには、一発処理除草剤の適期使用の徹底が重要である。適期は代かきから 10 日以内としている。実証地区においては、代かきから除草剤処理までの日数を考慮した作業体系により、一発処理除草剤の十分な効果が得られている。

第1表 あきたecoらいすの基本防除体系および実証圃場における防除体系例

実証地区	年次	種子消毒		苗立枯病		苗いもち+初期害虫 +本田葉いもち		雑草防除		斑点米カメムシ 防除		総農薬 成分 回数
		消毒法・薬剤名	成分回数	薬剤名	成分回数	防除方法・薬剤名	成分回数	防除方法・除草剤名	成分回数	殺虫剤	成分回数	
基本防除体系	—	温湯消毒+生物農薬または、種子消毒薬	0~1	防除省略,またはヒドロキシノキザール・メタラキシル剤	0~2	育苗箱施用, 育苗期かん注, 水面施用, 側条施用	2~3	一発処理除草剤	3	ネオニコチノイド液剤	1	6~10
	2008	ペブラゾエート水和剤	1	防除省略(育苗培土に焼土使用)	0	育苗期かん注(ベニミル水和剤)+育苗箱施用(オリサストロビン・クロチアニジン粒剤)	3	カフェンストロール・ベンスルフロメチル・ベンゾビシクロン1キロ粒剤, 畦畔除草剤(グルホシネート液剤)	4	ネオニコチノイド液剤	1	9
	2009	温湯消毒+生物農薬	0	防除省略(育苗培土に焼土使用)	0	育苗箱施用(オリサストロビン・プロベナゾール・フィプロニル粒剤)	3	フェントラザミド・プロモブチド・ベンスルフロメチルジヤンボ剤	3	ネオニコチノイド液剤	1	7
D市N地区	2009	ペブラゾエート水和剤	1	防除省略(育苗培土に焼土使用)	0	育苗箱施用(オリサストロビン・プロベナゾール・フィプロニル粒剤)	3	プレチラクロール1キロ粒剤+カフェンストロール・ベンスルフロメチル・ベンゾビシクロン1キロ粒剤	4	ネオニコチノイド液剤	1	9

基本防除体系は、「平成22年度秋田県稲作指導指針」(秋田県 2010)による。

第2表 秋田県農業試験場内圃場におけるノビエとホタルイが代かきから各葉齢に到達するまでの日数

草種	1葉期			1.5葉期			2葉期			2.5葉期		
	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大
ノビエ	5	7	9	7	10	12	9	13	16	12	15	18
ホタルイ	5	10	16	—	—	—	12	15	21	—	—	—

2005~2010年の調査による。表中の単位は「日」である。

第3表 M町S地区実証圃場における一発処理除草剤の除草効果(2008年)

	ノビエ	一年生広葉	ヘラオモダカ	その他	合計
無除草区	17.4	15.8	0.2	0.2	33.6
試験区	t	t	0	t	t

無除草区は、7月7日の雑草発生量(乾物 gm^{-2})を示す。試験区の除草効果は対無除草区残草乾物比(%)で示し、tは1%未満を示す。一年生広葉には主にアゼナ類、ミゾハコベ、その他には主にハライが含まれる。

第4表 あきたecoらいす実証地区における代かきから除草剤処理までの日数および除草効果

実証地区	実証面積(ha)	代かきから除草剤処理の日数	効果への満足度	水稻登熟期間中の手取り除草
M町S地区	23	10日程度	高い	水持ちが悪く、例年雑草が後発生する4haで雑草抜き取り。3人×8時間
D市N地区	24	10日程度	高い	無し

代かきから除草剤処理の日数および除草効果は、生産者への聞き取り調査による。

引用文献

- 1) 三浦恒子・藤井直哉. 2010. 「あきた eco らいす」における雑草防除. 東北の雑草. 10: 6-8.

水稻新品種「ゆめおぼこ」の施肥反応

柴田 智・佐藤雄幸・佐藤 馨

1. ねらい

水稻新品種「ゆめおぼこ」は、2008年に秋田県の奨励品種に採用され、2010年から本格的な作付けが始まった。この品種は、秋田県の主要品種「あきたこまち」に比較して、耐倒伏性、耐冷性、いもち病抵抗性が強く安定生産が可能である。また、千粒重が大きく、柔らかい食感が特徴の良食味品種である¹⁾。

ここでは、品種の特性を活かした栽培方法を提示するために、2004年から2008年に行った奨励品種決定調査及び施肥反応試験の結果を基に栽培特性を検討した。

2. 試験方法

(1) 奨励品種決定調査 (本調査)

2004～2008年 秋田農試圃場

供試品種：ゆめおぼこ、あきたこまち

育苗様式：中苗 (100g播き、35日育苗)

基肥窒素量：標肥区－0.5kg/a

多肥区－0.7kg/a

追肥窒素量：減数分裂期0.2kg/a

移植日：5月14～16日

栽植密度：22.2株/m²

(2) 施肥反応試験

2007、2008年 秋田農試圃場

供試品種：ゆめおぼこ

育苗様式：中苗 (100g播き、35日育苗)

基肥窒素量：2007年－0.6kg/a

2008年－0.5kg/a

追肥窒素量：①無追肥0kg/a、②幼穂形成期0.2kg/a、③減数分裂期0.2kg/a、

④幼形期0.2kg/a+減分期0.2kg/a

移植日：5月18、19日

栽植密度：20.7株/m²

(3) 収量調査：1区96株の坪刈り収量 (玄米水分15%換算、篩目1.9mm使用)。

(4) 玄米外観品質：東北農政局秋田農政事務所調査。

(5) 玄米蛋白質含有率：ケルダール法により全窒素含量を測定し、これに蛋白質換算係数5.95を乗じて求めた (篩目1.9mm以上の精玄米、乾物換算)。

(6) 分解調査：成熟期に平均穂数に近い株を3株 (基本調査) または5株 (施肥反応) を採取して調査した。

(7) 食味官能試験：精米800gに1.35倍の水を加えて炊飯し、皿に盛り付けて供試し

た。1回のサツル数は、基準を含めて4サツル用いた。

3. 結果及び考察

(1) 基肥量の違いが生育、収量と品質に及ぼす影響

表1に示したとおり、基肥窒素量を4割増やした多肥区では、両品種ともに全重、わら重、精粒重が増加したが、「ゆめおぼこ」は、「あきたこまち」と比較して増加程度が小さかった。玄米重は、「あきたこまち」では多肥区で増加したが、「ゆめおぼこ」では差がなかった。

両品種に共通して、多肥区で玄米外観品質は低下し、玄米千粒重は小さく、精玄米割合の低下が見られた。また、最高分げつ期の草丈と稈長は、多肥区で長くなり、倒伏程度は増加した。最高分げつ期の茎数は、多肥区で増加し穂数は増えたが、有効茎歩合は低下した。

標肥区の分解調査の結果、穂数と1穂粒数の関係は、「ゆめおぼこ」で負の相関($r=-0.549$)が見られたが、「あきたこまち」では相関($r=-0.118$)がなかった (図1)。穂数と総粒数の関係は、「ゆめおぼこ」では相関($r=0.374$)がなかったが、「あきたこまち」で正の相関($r=0.669$)が見られた (図2)。これは、2008年に県内12カ所で行った現地調査でも同じ傾向であった (データ省略)。このことから、「あきたこまち」と比較して、多肥区で「ゆめおぼこ」の玄米重の増加が少ないのは、穂数が増えても1穂粒数の減少により総粒数が増加しないことが一つの要因と推察された。

(2) 追肥時期・量の違いが収量、食味に及ぼす影響

表2に示したとおり、玄米重は、幼形+減分追肥>幼穂形成期追肥>減数分裂期追肥>無追肥の順に多かった。幼穂形成期に追肥を行った場合、穂長が長く1穂粒数が多かった。また、粒数が多かったが登熟歩合が低下した。減数分裂期に追肥を行った場合、千粒重が大きかった。玄米蛋白質含有率は、追肥により高まり、幼形+減分追肥で特に高かった。

追肥処理別の食味官能試験は、幼穂形成期あるいは減数分裂期追肥を基準にそれぞれ2回行った。2007年は、無追肥と幼形+減

分追肥で総合評価が有意に劣る場合があった。2008年は、幼形+減分追肥で総合評価が有意に劣る場合があった(表3)。

4. まとめ

「ゆめおぼこ」は、基肥窒素量を増やしても玄米重の増加が見られなかった。これは、あきたこまちと比較して、穂数が増え

ても1穂粒数の減少により総粒数が増加しない特性のためと推察された。このことから、多収を目指した基肥窒素の増施は効果が低いと考えられた。

追肥は、千粒重が大きい特徴をいかすため減数分裂期の施用を基本と考え、食味低下を防ぐために幼形+減分追肥の2回追肥は控える必要があると考えられた。

表1 基肥量の違いが生育、収量と品質に及ぼす影響

調査項目	試験区	ゆめおぼこ	標肥対比 (%)	あきたこまち	標肥対比 (%)
全 重(kg/a)	標肥	163.7		144.9	
	多肥	173.5	106	157.3	109
わら重(kg/a)	標肥	71.5		59.7	
	多肥	76.0	106	66.5	111
精粒重(kg/a)	標肥	84.1		76.4	
	多肥	86.4	103	80.9	106
玄米重(kg/a)	標肥	66.4		60.6	
	多肥	67.0	101	63.2	104
玄米千粒重(g)	標肥	24.7		22.4	
	多肥	24.4	99	22.1	99
玄米外観品質 (1-9)	標肥	2.7		2.7	
	多肥	3.6	135	3.2	120
精玄米割合 (%)	標肥	95.1		95.2	
	多肥	93.6	98	94.0	99
最高分げつ期 草丈(cm)	標肥	56.3		54.3	
	多肥	60.1	107	56.8	105
最高分げつ期 茎数(本/㎡)	標肥	576		529	
	多肥	639	111	590	111
稈 長(cm)	標肥	75.1		76.4	
	多肥	80.0	107	80.1	105
穂 長(cm)	標肥	19.0		17.8	
	多肥	19.1	101	17.7	100
穂数(本/㎡)	標肥	410		413	
	多肥	436	106	434	105
有効茎歩合 (%)	標肥	72.1		78.6	
	多肥	68.6	95	74.2	94
倒伏(0-5)	標肥	0.6		0.8	
	多肥	0.8	129	1.2	157

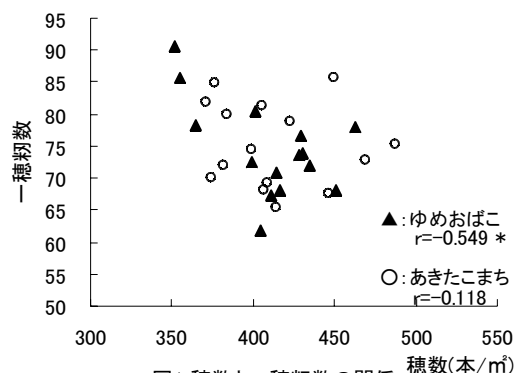


図1 穂数と一穂粒数の関係
2004～2008年奨励標肥区
*:5%水準で有意

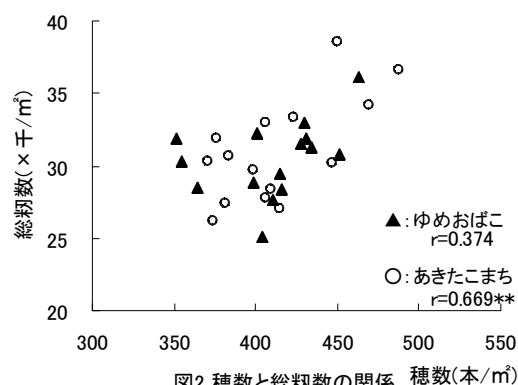


図2 穂数と総粒数の関係
2004～2008年奨励標肥区
**:1%水準で有意

表2 生育及び収量調査結果(2007,2008年の平均値)

試験区	玄米重 kg/a	登熟歩合 %	一穂粒数	千粒重 g	穂数 本/㎡	㎡当たり 粒数(千)	穂長 cm	稈長 cm	玄米外観品質 1-9	玄米蛋白質 含有率(d.w.)
無 追 肥	55.4	91.1	64.6	24.8	424	27.6	17.8	74.6	3.5	6.0
幼 形 追 肥	64.8	81.5	81.0	24.8	450	36.1	19.4	81.0	3.5	6.2
減 分 追 肥	63.1	87.4	71.2	25.6	428	30.4	18.5	78.0	3.3	6.4
幼 形 + 減 分	68.4	80.1	76.6	25.3	455	34.8	19.6	81.2	3.3	6.7

注)玄米重、千粒重:篩目1.9mm、水分15%換算

玄米外観品質:東北農政局秋田農政事務所検査

玄米蛋白質含有率:カルダール法による玄米窒素含有率×5.95、乾物換算

表3 ゆめおぼこの食味官能試験結果(追肥処理別総合評価)

供試年	無追肥	幼形追肥	減分追肥	幼形+減分	パネル人数
2007年	① -0.259 *	0.000	-0.148	-0.185	n=26
	② -0.095	-0.190	0.000	-0.238 *	n=21
2008年	① -0.100	0.000	-0.200	-0.100	n=20
	② -0.056	0.000	0.000	-0.222 *	n=17

注)表中の網掛け部分は、基準を示す。*は、5%水準で基準と有意差がある。

引用文献

1) 柴田智・佐藤馨・佐藤雄幸・佐野広伸・三浦恒子・眞崎聡. 2007. 多収・良食味の水稲新品種「秋田89号」の採用. 平成19年度東北農業研究成果情報. <http://tohoku.naro.affrc.go.jp/seika/jyouthou/H19/suitou/H19suitou004.html>.

畝立て栽培による大豆黒根腐病の防除

佐藤 馨・松本眞一・北川悦子・村上 章

1. ねらい

近年、秋田県の大豆種子生産の現場においては、黒根腐病などの立枯性病害による被害のため収量および品質の低下が著しく、大きな問題となっている。この黒根腐病については、有効な農薬が無く防除が困難であり、耕種的方法によらなければならない。ここでは北陸農試が開発したアップカットロータリーを用いた、耕耘同時畝立て技術による畝立て栽培での防除効果および収量、整粒歩合等に及ぼす影響について検討した。

2. 試験方法

(1) 試験区構成 (図1)

畝の高さの違いと、ほ場の勾配により停滞水の溜まりやすさが異なる平畝高水分区、平畝低水分区、高畝高水分区、高畝低水分区の4区、3反復の調査区を設置した。高畝の高さは平均15.5cmであった。

(2) 耕種概要

品種はリュウホウを用い、平成21年5月26日に N-0.2kg/a 施肥、同日ドライブハローで耕起。翌日、アップカットロータリーを使用し畝を立て、ロータリーカバーで平らにした。翌日、リュウホウを20cm 間隔で1粒手撒きした。6月中旬に中耕1回、培土を2回した。

(3) 調査方法

1) 土壌水分張力の測定

テンシオメータ (DIK-3150;大起理化学工業株式会社)を用い、播種時の土壌表面から-10cm の位置の土壌水分張力を測定した。

2) 生育期間中の発病株率

開花期以降、ほ場すべての黒根腐病等の立枯性病害の病徴が出ている株を約10日ごとに開花40日後まで計測した。

3) 収穫時の被害株率、被害度

平畝領域と高畝領域のそれぞれ2条からサンプリングし、1区6サンプル計18サンプルずつ調査した。1サンプル12~14株。被害の基準は収穫時の根の状態を見て判定した。被害度の計算方法は図2に示した。

4) 収量調査

3)のサンプルを用い、子実重、整粒歩合、百粒重を測定した。子実重、百粒重は5.5mm以上の粒とし、水分15%の換算値を用いた。子実重と整粒歩合の積を整粒子実重とした。

3. 結果及び考察

(1) 土壌水分張力の日平均値

土壌水分張力の日平均値は、高畝低水分区>平畝低水分区>高畝高水分区>平畝高水分区の順に大きかった (表1)。つまり、高畝であっても高水分区は低水分区よりも土壌水分が高まりやすかったといえる。

(2) 生育期間中の発病株率の推移

病徴は開花10日後から見られたが、この時期の発生はごく僅かで、各区に差は見られなかった。開花20日後から次第に発病株が増え始め、開花40日後には急増した。土壌水分の高さの違いでは開花20日後から0.1%水準で有意な差が認められ、水が停滞しやすい高畝、平畝の両者の高水分区で発病株率が高く、開花40日後では両者の低水分区の約3倍から8倍に昇った。一方、畝の高さの違いでは5%水準での有意差は認められなかった (表2)。

(3) 収穫時の被害株率及び被害度

被害株率は、土壌水分の違いでは、低水分区が低く、畝の高さの違いでは高畝が低く、有意差が認められた。これは、被害度でも同様の傾向であり、低水分、高畝で被害度が少ないという結果であった (表3)。

被害株率は高畝低水分区<平畝低水分区<高畝高水分区<平畝高水分区の順に小さかった。また、被害度も同様であり、土壌水分吸引力が大きいほど被害が少なくなる傾向にあった。特に、高畝低水分区は、被害株率は他の区と比べ約30%~40%の被害、被害度は約25%~45%の被害に留まり、被害は少なくなった。

開花期から収穫期までの前半で、畝の高さの違いで有意差が無く、後半の収穫時で有意差が認められるようになったことから、高畝にすることで土壌水分が下がったことにより、被害が抑制されたと考えられ

る。

(4) 収量調査

子実重、整粒歩合、整粒子実重及び百粒重を表5に示した。土壌水分の高さの違いでは、低水分区が子実重、整粒歩合、整粒子実重および百粒重において高い数値であり、有意差が認められた。畝の高さの違いでは、高畝が整粒歩合において高く、有意差が認められた。低水分区で子実重や整粒歩合等の数値が高水分区よりも良いのは、黒根腐病の被害が高水分区よりも低水分区

が抑制されたためと思われる。高畝の効果は整粒歩合の向上につながっており、整粒子実重は高畝区が平畝区よりも12～16%増収した。

4. まとめ

高畝栽培により黒根腐病の被害が軽減された。しかしながら、高畝であっても土壌水分が高い場合は被害が発生することから、他の排水対作を同時に行うことが必要である。また、畝の高さが15cmの場合、倒伏の危険性もある。

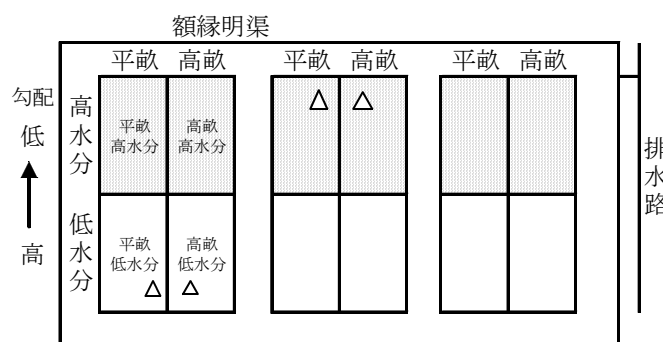


図1 ほ場配置

△は土壌水分測定地点

網掛け部分が高水分領域、網掛けでない部分が低水分領域

表1 土壌水分張力の日平均値

	平畝	高畝
高水分	16.6	22.9
低水分	26.1	29.5

5/30～8/7までの測定値の合計を測定日数で除した数値。

単位はkPa

表2 開花期から開花40日後までの発病株率(%)の推移

	10日後		20日後		29日後		40日後	
	平畝	高畝	平畝	高畝	平畝	高畝	平畝	高畝
高水分	0.3	0.3	2.5	2.8	10.9	11.0	36.8	33.7
低水分	0.3	0.2	0.6	0.8	3.2	1.7	12.4	4.2
分散分析								
土壌水分の高低	n.s.		***		***		***	
畝の高さ	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
交互作用	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	

***:0.1%有意差有、n.s.:有意差無

表3 収穫時の被害株率および被害度

	被害株率(%)		被害度	
	平畝	高畝	平畝	高畝
高水分	59.3	47.0	30.8	23.3
低水分	43.3	18.1	17.5	7.7
分散分析				
土壌水分の高低	***		***	
畝の高さ	**		**	
交互作用	n.s.		n.s.	

*:1%有意差有、***:0.1%有意差有、n.s.:有意差無

$$\text{被害株率} = \frac{B+C+D}{A+B+C+D} \times 100$$

$$\text{被害度} = \frac{B+2 \times C+3 \times D}{3 \times (A+B+C+D)} \times 100$$

A:被害なし・・・根毛が十分ある
B:被害あり・・・側根のみ、もしくは僅かな根毛
C:被害あり・・・直根のみ、もしくは僅かな側根
D:被害あり・・・枯死

図2 被害株率および被害度の式

表4 子実重、整粒歩合、整粒子実重および百粒重

	子実重 (kg/a)		整粒歩合 (%)		整粒子実重 (kg/a)		百粒重 (g)	
	平畝	高畝	平畝	高畝	平畝	高畝	平畝	高畝
高水分	32.3	32.8	55.7	62.2	18.8	21.0	29.4	30.3
低水分	36.0	36.9	69.7	79.5	25.3	29.4	31.2	31.7
分散分析								
土壌水分の高低	***		***		***		***	
畝の高さ	n.s.		*		n.s.		n.s.	
交互作用	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	

*:5%有意差有、***:1%有意差有、***:0.1%有意差有、n.s.:有意差無

研 究 時 報 第 5 0 号

平成 2 3 年 3 月 発行

編 集 兼 発 行 秋田県農林水産技術センター
農業試験場
〒010-1231
秋田市雄和相川字源八沢34-1
TEL 018 (881) 3303
FAX 018 (881) 3939
