

潤土直播栽培の出芽・苗立ち期における鳥害を想定した被害解析

大矢 慎吾・鳥山 和伸・山口 弘道

Shingo OYA, Kazunobu TORIYAMA and Hiromichi YAMAGUCHI :
Experimental analysis of the damage caused by birds on direct seeding rice
cultivation at the establishment of seedling

1993年12月のガットウルグァイラウンド農業合意による米のミニマムアクセス受け入れによって、我が国の農業は国際化を迫られ、米生産の低コスト化が求められている。このような中で、10haを越える個別経営体や50haを越える法人経営体が現れ始め、今後の地域農業の担い手として期待されている。このような経営体では春季の育苗、移植作業および秋季の収穫作業が短期間に集中するため、労働力が不足し経営規模拡大の障害となっている。また、稲作と園芸作物の複合経営体では水稻の育苗、移植時期に園芸作物と農作業の競合が起り、水稻の育苗、移植作業の省力化が求められている。このような背景から、省力・低コスト化を目指した直播栽培技術の確立が求められている。

直播栽培は種籾を水田に直接播種するため、出芽・苗立ち期の低温や湛水条件下での酸素不足等の影響を受け、初期生育が移植栽培に比べ不安定であり、苗立ち数の安定的な確保が最重要課題となっている。北陸農業試験場で開発した潤土直播栽培は、代かき後落水して酸素供給剤を種子粉衣しないで催芽籾を播種し、播種後田面が隠れる程度に湛水して除草剤を散布し、3日後からは種籾に酸素を供給するため落水状態を保ち、出芽・苗立ちの向上をはかっている⁹⁾。落水状態にするとカラス、ハト、スズメが水田に侵入し種籾や幼苗を食害し、苗立ち数を減少させ問題となっている。出芽・苗立ち期の鳥害は、その後の水稻の生育に伴う補償作用によって収量に影響しなければ、ある程度まで食害を許容することができる。

北陸農業試験場では潤土直播栽培システムの確立を目指して「平坦地水田地帯における大規模米生産システムの確立」の地域先導技術総合研究が1993年から5年間行われた。

この研究の一環として潤土直播栽培の出芽・苗立ち期における鳥害を想定した苗立ち数の減少が収量に及ぼす

影響を解析し、鳥害の被害許容苗立ち数の目安を検討したので、その結果を報告する。

材料および方法

落水状態の直播栽培圃場に侵入して種籾を食害するのはカラス、ハト、スズメである。これらの鳥は営巣場所が林や集落内にあって、試験圃場とは異なっており、周囲の餌の条件等で鳥の食害行動が影響を受けるため、自然条件下で加害種、加害程度を設定することは困難である。そこで、鳥害を想定して播種量を変えて種籾を播種し、苗立ち数の減少が収量に及ぼす影響を解析した。試験は北陸農業試験場内の圃場を用いて1995年から'97年まで3年間行った。

1) 1995年度の被害解析

潤土直播栽培は高密度散播栽培法⁹⁾で、播種量は乾籾で10a当たり6~8kg(180~240粒/m²)⁹⁾である。品種「ゆきの精」を用い、m²当たり苗立ち数を260本から20本まで30本毎に9段階設定した(以後苗立ち数、株数はm²単位で示す)。出芽・苗立ち率を75%に想定して、催芽籾を落水1日後の水田に5月11日に手で散播した。施肥条件など耕種概要は第1表に示す通りである。苗立ち数を推定するため、ランダムに選んだ9区に50×50×3cmの金枠を入れ、その中に種籾70粒を播種し、31日後の6月12日に苗立ち数を調査した。鳥害を防ぐため、3か年を通して出芽・苗立ち期に防鳥網を設置した。1995年度は5月から7月20日過ぎまで低温、寡照の気象条件であったので、水稻の生育が3~4日遅れた。穂肥窒素は2kg/10a、2回を予定していたが、(以後施肥量、収量は10a単位で示す)、7月20日までの不良天候を考慮して1.5kg、2回に減肥施用した。その後天候は回復し、出穂期や成熟期はほぼ平年並みとなった。

収穫時に1区2m²内の稲を刈り取り、常法に従って穂数、初数、登熟歩合、千粒重、収量を調査した。また、刈り取り後に2m²内の刈り株を数え、収穫時株数とした。稚苗移植栽培法と対比するため、慣行稚苗移植区を設け

た。

2) 1996年度の被害解析

品種「キヌヒカリ」を用い、苗立ち数を250, 100, 30本に設定し、苗立ち率を80%に想定して催芽籾を5月10日に手で散播した。基肥窒素施用量を標準の4kg区と半分に減らした2kg区を設けた。その他の耕種概要は第1表の通りである。苗立ち数を推定するため、各区に50×50×3cmの金枠を4か所設置し、その中へ規定数の種籾を播種し、27日後の6月7日に苗立ち数を調査した。収穫時に1区2か所から2㎡内の稲を刈り取り、1995年度と同様の方法で収量調査を行った。稚苗移植栽培法と対比するため、慣行稚苗移植区を設けた。

3) 1997年度の被害解析

品種「キヌヒカリ」と「どんとこい」を用い、苗立ち数を250, 100, 30本に設定し、苗立ち率を80%に想定して催芽籾を5月9日に播種した。施肥条件など耕種概要は第1表の通りである。収穫時に1区2か所から2㎡

内の稲を刈り取り、1995年度と同様の方法で収量調査を行った。苗立ち数を推定するため、各区に50×50×3cmの金枠を3か所設置し、その中へ規定数の種籾を播種し、25日後の6月4日に苗立ち数を調査した。

試験結果

1) 1995年度の被害解析

9か所に設置した50×50×3cmの金枠内に70粒ずつ種籾を播種し、播種31日後に苗立ち数を調べたところ、そのレンジは55~65本、平均59.4本となり、苗立ち率は85%となった。この苗立ち率を基に苗立ち数を推定すると第2表のようになる。この試験はできるだけ均一に播種するよう努めたが、手で播種したので必ずしも均一とは限らず、苗立ち率から推定した苗立ち数と収穫時株数には若干の差異が認められる。

鳥害を想定した苗立ち数の減少と収量構成要素の調査結果を第2表に示した。苗立ち数が減少すると株当たり

第1表 潤土直播栽培の鳥害を想定した被害解析試験の耕種概要

試験年度	品 種	栽培方式	播種又は移植日	設定苗立ち数 (本/㎡)	窒素施肥 (kg/10a)			面積 (㎡)	反復	1区内収量 調査か所数
					基肥	穂肥	穂肥 ¹⁾			
1995年	ゆきの精	直播	5月11日	260本から20本まで 30本毎に9段階	4	1.5	1.5	9	3	1
		移植	5月17日	17.5	4	1.5	1.5	140	1	3
1996年	キヌヒカリ	直播	5月10日	250, 100, 30	4	2	2	22	2	2
		直播	5月10日	250, 100, 30	2	2	2	22	2	2
		移植	5月14日	17.3	4	2	2	133	1	3
1997年	キヌヒカリ	直播	5月9日	250, 100, 30	4	2	2	21	2	2
		直播	5月9日	250, 100, 30	4	2	2	21	2	2

1) : 穂肥は出穂20日前および10日前に施用した。

第2表 鳥害を想定した苗立ち数の減少が収量に及ぼす影響 (1995年)

栽培方式	設定苗立ち数 (本/㎡)	苗立ち ¹⁾ 数 (本/㎡)	収穫時 株数 (株/㎡)	同左 比 (%)	穂 数		籾 数		登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	収 量 (kg/10a)	同左 比 (%)
					(本/株)	(本/㎡)	(粒/穂)	(×10 ³ /㎡)				
潤土直播	260	295	261.0	100	2.2	565.0	49.4	27.9	90.4	21.8	496.4	100
	230	261	221.2	85	2.3	516.3	48.1	24.9	92.2	21.5	494.7	99.7
	200	227	213.5	82	2.3	491.7	46.2	2.7	92.3	21.5	454.0	91.5
	170	193	178.2	68	2.9	508.8	53.7	27.3	92.1	21.7	492.5	99.2
	140	159	142.7	55	3.3	470.2	55.5	26.1	92.6	21.7	476.9	96.1
	110	125	124.0	48	3.5	433.3	56.1	24.3	92.4	21.6	495.2	99.8
	80	91	85.2	33	4.9	416.7	66.0	27.5	91.4	21.9	508.8	102.5
	50	57	69.7	27	7.1	401.3	71.9	28.9	89.3	22.2	542.5	109.3
	20	23	28.0	11	12.8	357.7	83.2	29.8	85.8	22.6	592.1	119.3
稚苗移植	17.5	-	17.5	-	21.6	378.2	78.6	29.7	90.6	22.1	587.4	118.3

品種：ゆきの精，¹⁾：苗立ち率調査から推定した。

穂数が増加し、収穫時株数が28株区は穂数が12.8本となり、261株区の5.8倍となった。低密度苗立ち区では1株穂数が増加しても㎡当たり穂数は高密度苗立ち区には及ばなかった。また、苗立ち数の減少とともに1穂初数が増加し、28株区は83.2粒となり、261株区の1.7倍となった。このようにして単位面積当たり初数が確保される補償作用が認められ、28株区、69.7株区の順に㎡当たり初数が多かった。㎡当たり初数の多い28株区、69.7株区は登熟歩合が他の試験区より小さな値を示した。収量は苗立ち数が261~124株区の範囲では213株区を除いて475~495kgとなり、大きな差は認められなかった。213株区は3反復の内の1区の収量が少なく、収量比が96.1%となった。28株区、69.7株区は収量が592, 542kgとなり高密度苗立ち区より増収傾向を示した。これは穂数と1穂初数の増加による㎡当たり初数が28.9千~29.3千粒と他の試験区より多くなったことによると思われる。苗立ち数261株区を基準にすると、苗立ち数の少ない85.2株区、69.7株区、28株区は苗立ち数が基準区の33, 27, 11%である。このような低密度苗立ち数

でも減収は認められなかった。慣行稚苗移植栽培の収量は587kgであり、28株区とほぼ同等であった。収穫時株数が28株区は出穂時期がやや遅れ、収穫時期が7日遅れた。

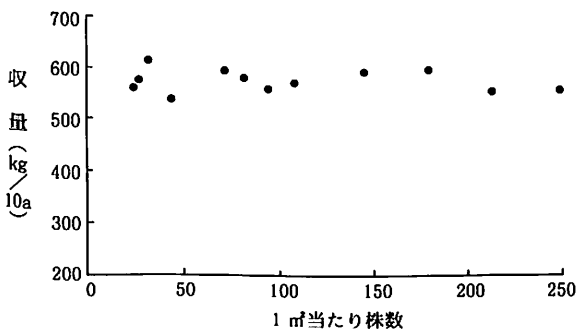
2) 1996年度の被害解析

各区に4か所に設置した金柵内の苗立ち数は設定苗立ち数と概ね一致した値を示し、平均苗立ち率は77%であった(第3表)。設定苗立ち数250本区では両施肥条件とも収穫時株数が播種27日後の苗立ち数より減少する傾向が認められ、生育中に弱小株が淘汰された可能性がある。苗立ち数の減少と基肥窒素施肥条件が収量構成要素に及ぼす影響を第3表に示した。基肥窒素4kg施用区の収穫時株数と収量の関係を第1図に示した。収穫時株数が30~250株の範囲では収量がいずれも575kg前後となり、苗立ち数の減少による減収は認められなかった。基肥窒素4kg施用区の収穫時株数と1穂穂数、1穂初数の関係を第2図に示した。苗立ち数が減少すると分けつが旺盛になって1穂穂数が増加し、1穂初数が増加した。苗立ち数が減少しても単位面積当たり初数が確保

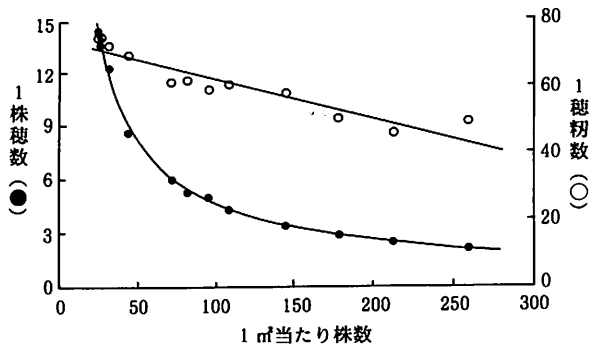
第3表 鳥害を想定した苗立ち数の減少と窒素施肥条件が収量に及ぼす影響 (1996年)

栽培方式	窒素施肥 (基+穂+穂) (kg/10a)	設定苗 立ち数 (本/㎡)	苗立ち ¹⁾ 数 (本/㎡)	収穫時 株数 (株/㎡)	同左 比 (%)	穂数		初数		登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	収量 (kg/10a)	同左 比 (%)
						(本/株)	(本/㎡)	(粒/穂)	(×10 ³ /㎡)				
潤土直播	2 + 2 + 2	250	250	184.9	100	2.6	486.1	52.3	25.4	92.1	23.5	551.9	100
		100	109	99.6	54	4.1	412.6	60.5	25.0	90.6	23.7	533.6	96.7
		30	27	30.0	16	11.0	327.9	75.0	24.6	89.2	23.2	504.5	91.4
	4 + 2 + 2	250	232	198.5	100	2.6	519.6	50.5	26.2	90.2	23.6	576.9	100
		100	99	89.0	45	5.0	448.5	60.6	27.2	88.9	23.8	578.3	100.2
		30	27	31.4	16	11.7	366.6	72.8	26.7	88.4	23.4	572.2	99.2
稚苗移植	4 + 2 + 2	17.2	-	17.2	-	22.0	378.1	71.2	26.9	93.6	22.9	596.6	103.4 ²⁾

品種：キヌヒカリ、¹⁾：苗立ち率調査から推定した。²⁾：窒素施肥4 + 2 + 2の198.5株区と比較した。



第1図 苗立ち数の減少による収穫時株数と収量の関係 (1996年)



第2図 1㎡当たり株数と1穂穂数、1穂初数の関係 (1996年)

される補償作用が認められ、苗立ち数が27本では減収とならなかった。基肥窒素2kg施用区でも同様の補償作用が認められたが、収穫時株数が30株区は184.9株区に比べ穂数や単位面積当たり籾数が少なく、9%の減収となった。基肥窒素2kg施用区は4kg施用区より単位面積当たり穂数、籾数が少なく収量が少なかった。

基肥窒素4kg施用区の収量は慣行稚苗移植栽培の収量597kgに比べ約20kg少なかった。収穫時株数が31.4株区は出穂時期がやや遅れ、収穫時期が5日遅れた。

3) 1997年度の被害解析

1997年は「キヌヒカリ」と直播適性が高いといわれている「どんとこい」の2品種を用いた。各区3か所に設置した金枠内の苗立ち数調査の結果、苗立ち率は「キヌヒカリ」は47%、「どんとこい」は84%であった。「キヌヒカリ」の低い苗立ち率の要因を解析するため、温度条件を17, 21, 25℃に設定した恒温器を用い、育苗土を入れたバットに70粒づつ3反復で播種し、苗立ち数を調査した。「どんとこい」は各温度とも99%以上の苗立ち率であったが、「キヌヒカリ」は17, 21, 25℃でそれぞれ92, 94, 96%となり、「どんとこい」よりやや劣った。この値が本田ではさらに低下したことになる。本田における「キヌヒカリ」の低い苗立ち率は脱穀時に脱粒が少数発生するなど、種籾の損傷が関与したものと思われる。

「キヌヒカリ」では収穫時株数が21株以上の区では単位面積当たり籾数が確保され減収とはならなかった(第4表)。9.8株区では1株当たり穂数や1穂籾数が増加したが、 m^2 当たり穂数や籾数が少なく、千粒重も小さな値を示し、約30%の減収となった。多収性の「どんとこい」では57.5株区まで減収は認められなかったが、21.5株区では約8%の減収となった。21.5株区では m^2 当たり籾数は確保されたが登熟歩合がやや低く、千粒重も他の苗立ち数区に比べ小さかった。「どんとこい」は「キヌヒカリ」より収量性が高く、57.5株区で最多収量

の673.6kgとなった。収穫時株数が20株以下では出穂時期がやや遅れ、収穫時期が5日遅れた。

考 察

直播栽培では出芽・苗立ち期の低温や湛水条件下での酸素不足等の影響を受けて、初期生育が移植栽培に比べ不安定であり、苗立ち数の安定的な確保が最重要課題となっている。湛水直播栽培では種籾に酸素供給剤(過酸化カルシウム)を粉衣して播種し、出芽・苗立ち率の向上を図っている。北陸農業試験場で開発した潤土直播栽培は、酸素供給剤の種子粉衣作業の省力化と低コスト化を図るため、酸素供給剤を用いないで落水状態の水田に催芽籾を播種し、その後も落水状態を保ち、出芽・苗立ちの向上を図っている。また、湛水土中直播栽培でも地域によっては播種後落水して、出芽・苗立ちの向上を図るようになってきた⁹⁾。

湛水状態ではカモが種籾を食害し、落水状態にするとカラス、ハト、スズメが種籾や幼苗を食害し問題となっている。防鳥テープや爆音機など鳥害防止対策を行っても、鳥はそれらが危険でないことを学習すると食害を始めるようになり、防鳥網以外の手段では鳥害を完全に抑えることは困難であると言われている。穀物や果実の収穫期における鳥害は直接収量減に結びつくため、被害許容水準は低く、より完全な防止対策が望まれている。一方、直播栽培における鳥害は苗立ち数の予測ができない時期に、種籾や幼苗を食害して苗立ち数を直接減少させるので、苗が生え揃うまで栽培者に精神的な苦痛と不安を与えている。しかし、水稻の生育に伴う補償作用によって、鳥害による苗立ち数の減少が収量に影響しなければ、ある程度の食害は許容することができる。

3年間の被害解析試験を通して、基肥窒素を4kg施用した処理区では1995年は品種「ゆきの精」で収穫時株数が28株区が最も多収となり、1996年は品種「キヌヒカリ」で収穫時株数が31.4株で収量減が認められず、

第4表 鳥害を想定した苗立ち数の減少が収量に及ぼす影響(1997年)

品 種	収穫時株数 (株/ m^2)	同左比 (%)	穂 数		籾 数		登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	収 量 (kg/10a)	同左比 (%)
			(本/株)	(本/ m^2)	(粒/穂)	($\times 10^3/m^2$)				
キヌヒカリ	182.0	100	2.7	482.8	51.5	25.0	93.0	23.1	551.0	100
	66.4	36.5	6.3	408.3	68.5	28.0	92.9	22.5	579.8	105.2
	21.0	11.5	16.3	341.5	85.5	29.2	95.0	21.9	591.8	107.4
	9.8	5.4	25.8	251.0	96.4	24.2	93.2	21.7	382.6	69.4
どんとこい	201.3	100	2.7	536.0	53.8	28.8	90.5	23.3	645.4	100
	84.3	41.9	5.4	438.6	69.1	30.3	89.7	23.0	650.6	100.8
	57.5	28.6	8.5	459.5	76.8	35.3	90.3	22.1	673.6	107.5
	21.5	10.7	17.8	381.5	83.5	31.9	88.1	21.6	595.5	92.3

1997年は品種「キヌヒカリ」で収穫時株数21株で最多収量になり、多収性の「どんとこい」で収穫時株数21.5株で約8%の減収にとどまった。これまでの研究報告においても、潤土直播栽培の播種量を2~16kg/10a(苗立ち数66~526本)の範囲に4段階設定し、この範囲では播種密度の違いによる収量差は小さいとされている³⁾。千葉県で散播水稲では目標苗立ち数を100~150本とし、苗立ち数が不足した場合でも50本程度あれば施肥法によって補うことができ⁴⁾、滋賀県では湛水散播で苗立ち数が30本でも60、120本と比べ減収しないという報告がある⁵⁾。福井県の湛水散播栽培では苗立ち数が「ハナエチゼン」では30~140本、「キヌヒカリ」では50~160本であれば安定した収量が期待できるという⁶⁾。鳥害を想定したこの試験から、さらに少ない苗立ち数でも減収とはならなかった。苗立ち数が減少すると分けつが旺盛になって、株当たり穂数と1穂初数が増加して、両者の積である単位面積当たり初数が確保される補償作用が認められた。

これらの結果を総合すると、潤土直播栽培では苗立ち数が20本以上確保されると大きな減収とはならなかった。この値は鳥害によって苗立ち数が減少した水田の被害許容苗立ち数の目安となる。ただし、直播栽培圃場では水田の均平むらによる深水や苗腐敗病等によって苗立ちが不良になることがある。このような場所では苗立ちした水稲の初期生育も遅れるので、上述の被害許容苗立ち数の目安はそのまま適用できない。また、苗立ち数が30本以下になると水稲の出穂や登熟時期がやや遅れるので、直播栽培の安定化や玄米品質の確保のためには被害許容苗立ち数より多い苗立ち数が必要である。

この試験は地力の高い北陸農業試験場内の重粘土水田で行われたものである。当然のことながら異なった土壌、気象、施肥条件および品種では水稲の生育反応が異なり、補償作用の程度が異なるものと思われる。それぞれの地域の直播栽培様式における低密度苗立ち時の水稲の補償作用を調査し、鳥害を想定した被害許容水準を明らかにする必要がある。直播栽培技術の安定化のためには、鳥の種類と密度、前年までの食害状況、周囲の餌の状況、直播栽培の様式と規模等を考慮して、被害許容苗立ち数を確保する鳥害防止対策を立てる必要がある。

引用文献

- 1) 福井清美・清水博之・太田久稔・大槻 寛・上原泰樹(1996)水稲品種「どんとこい」の直播適性。北陸農業研究成果情報 12: 20~21.
- 2) 橋川 潮(1978)湛水ばらまき水稲の限界密度とその生育相について。日作紀 47(別1): 27~28.
- 3) 柘木信幸・金 忠男(1991)水稲の高密度直播栽培における生育制御。北陸農試報 33: 55~81.
- 4) 長野淳子(1980)水稲の湛水散播直播栽培における株数と生育・収量および苗立ちの安定について。日作紀 49(別2): 95~96.
- 5) 酒井 究・佐藤 勉(1996)湛水散播栽培におけるハナエチゼン、キヌヒカリの適正苗立ち範囲。北陸農業研究成果情報 12: 18~19.
- 6) 澤村宣志(1998)定幅散布機を用いた超省力・低コスト水稲潤土直播栽培。農林水産技術研究ジャーナル 21(4): 27~31.

(1998年8月28日受領)