

合鴨の放飼が水田土壌と田面水の窒素含有量, コシヒカリの生育, 収量 および品質に及ぼす影響

鯨 幸夫¹・谷口朋之¹・畑中博英²

(¹金沢大学教育学部・²石川県農業総合研究センター)

Effects of Aigamo Duck Farming on the Nitrogen Content in the Soil and Flooded Water of Paddy field, Growth, Yield and Grain Quality of Rice cv. Koshihikari

Yukio KUJIRA¹, Tomoyuki TANIGUCHI¹ and Hirohide HATANAKA²

(¹Faculty of Education, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan,

²Ishikawa Agricultural Research Center)

合鴨農法は水稲の有機栽培の一形態である。本研究では、10aあたり14~15羽の合鴨を放飼してコシヒカ리를栽培した場合、合鴨糞が水田土壌と田面水の窒素含有量、水稲の生育、収量および玄米品質に及ぼす影響について検討した。合鴨から排出される糞が土壌および田面水の窒素含有量に及ぼす影響は小さいことが示された。合鴨糞だけで水稲の多収を得る事は難しく、有機資材の施用や施肥管理の必要がある。有機資材を連用した圃場で合鴨農法による水稲栽培を行った場合でも、タンパク質含有量が低い高品質の米が生産されることが示された。

Aigamo duck farming system is one of the organic agriculture systems. Effects of aigamo duck farming on nitrogen content of soil and flooded water in the paddy field, growth, yield and grain quality of rice cv. Koshihikari was discussed. Fourteen to fifteen aigamo duck per 10a were letting in a paddy field during the growth of rice. Aigamo duck eat the weed and feed waste rice. Effect of feces from aigamo ducks as a nitrogen fertilizer to the nitrogen content in soil and flooded water was small. It was suggested that the application of organic matter and fertilizers control was necessary to be a stable yield of rice.

キーワード：合鴨, 玄米品質, コシヒカリ, 水田, 水稲, 収量, 窒素含有量, 田面水

Key words : Aigamo duck, Flooded water, Grain quality, Koshihikari, Nitrogen content, Paddy field, Rice, Yield

環境に配慮した農業の実践が重要となった現在、食に対する安全性への関心が高まり無農薬栽培コメに対する社会的な要望も大きくなっている。合鴨水稲同時耕作は、水田への合鴨放飼による除草効果と施肥効果を期待した農法である。本研究では、本農法が土壌および田面水の窒素含有量に及ぼす影響、水稲根系生育、収量および品質に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

実験は2004年に、石川県小松市の圃場（合鴨水稲作11年目）と美川町（現白山市）の圃場（同5年目）および慣行栽培圃場（金沢大学教育学部角間農場）で実施した。栽培品種はコシヒカ리를を用いた。小松市の圃場では、4月11日

に乾籾を60g/育苗箱播種し、プール育苗で管理した。移植は5月14日に行い、栽植密度は16株/m²とした。基肥として籾がら堆肥を800kg/10a施用し、5月20日に除草を目的とした米糠ペレットを75kg/10a散布した。追肥として、7月5日にセサミ粉肥料（N:P₂O₅:K₂O=5:7:1%）を10kg/10a施用し、7月11日には有機肥料（しらさぎ1号:N:P₂O₅:K₂O=5:6:1%）を20kg/10a施用した。合鴨ヒナの放飼は5月30日（30日齢、15羽/10a）に行い、水田からの陸上げは7月10日に実施した。放飼期間中における合鴨の餌としては、くず米を2~4kg/日与えた。コシヒカ리의収穫は9月7日に行った。美川町の圃場の育苗法も小松圃場と同様であるが、播種日は3月28日で移植日は5月8日とし、播種密度は16株/m²とした。春先の基肥は無施用で

あるが、前年の冬におからと米ぬかを散布し耕起した。追肥として有機肥料（オークス：N：P₂O₅：K₂O：1：1：1%）を7月10日に27.8kg/10a、7月19日に11.1kg/10a、8月9日に8.3kg/10a施用した。5月23日に合鴨（75日齢）を14羽/10a放飼した。生育期間中は合鴨の餌として、くず米、くず麦および市販品の餌（ハイパーレイヤー16）を2kg/日与えた。合鴨の陸上げは7月31日に行った。合鴨放飼区では6月10日と出穂期の8月4日に水田土壌を採取し全窒素含有量を測定した。また出穂期の田面水を採取して全窒素含有量を測定した。収量調査は9月4日に実施した。対照区としての角間圃場ではBB056号（N：P₂O₅：K₂O=10：25：16%）を用いた慣行栽培を行った。基肥は3kg-N/10aとし、慣行育苗した苗を5月14日に移植した。栽植密度は16株/m²とした。追肥として日の本2号（N：P₂O₅：K₂O=12：8：10）を2kg-N/10a施用した。各栽培区において連続した10株の草丈、茎数、葉色（SPAD値）を調査した。収穫時には収量および収量構成要素を調査した。根系調査はコアサンプル法を用いて株間の3箇所において出穂期に実施した。採取した根系コアは10cm間隔の土壌階層別に区分して土を洗い流し、乾重を測定した。玄米および精白米の食味関連成分は、成分分析計（ケット株、AN-800）を用いて測定した。また外観品質は、ケット（株）C-300-3を用いて評価した。出穂期における出液（導管液）を採取し、出液中に含まれるアミノ酸含有量をアスパラギンおよびグルタミン相当量として表示した。アミノ酸の定量はニンヒドリン法を用いて行った。

第1表 草丈の推移。

試験区	草丈 (cm)					
	6月10日	17日	20日	7月4日	18日	8月4日
小松	37.8±0.5	40.4±0.5	40.6±0.5	65.4±0.7	91.6±0.6	116.3±1.0
美川	41.0±0.7	42.2±0.4	42.5±0.4	63.3±0.6	88.2±0.5	107.8±0.6
角間	-	-	-	37.5±1.0	60.0±1.6	102.6±1.5
LSD(p=0.05)	*	*	*	*	*	*

平均値±標準誤差 (n=10), *5%レベルで有意差あり。

第2表 茎数の推移。

試験区	草丈 (cm)					
	6月10日	17日	20日	7月4日	18日	8月4日
小松	9.7±0.9	15.1±1.5	16.0±1.6	33.1±2.1	30.5±1.9	27.2±1.4
美川	9.5±0.7	18.7±2.5	19.8±2.4	30.7±1.9	28.5±1.3	24.9±1.1
角間	-	-	-	7.0±0.4	13.4±0.6	27.7±1.9
LSD(p=0.05)	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.

平均値±標準誤差 (n=10), *5%レベルで有意差あり。

第4表 出穂期における根乾重の土壌中階層分布。

試験区	根乾重 (mg)				
	0~10cm	10~20cm	20~30cm	30~40cm	総根重
小松	209.2±47.8	115.0±22.1	82.0±18.6	1.6±0.5	406.3±89.9
美川	100.8±14.4	32.0±3.5	7.9±6.3	-	133.1±11.0
角間	33.0±2.7	23.3±6.1	1.0±0.3	-	55.6±4.5
LSD(p=0.05)	*	*	*	*	*

平均値±標準誤差 (n=3), 8月4日調査 (コアサンプル法), *5%レベルで有意差あり。

結果および考察

草丈、茎数および葉身SPAD値の推移を第1表、第2表および第3表に示した。慣行栽培区である角間圃場では7月初旬から調査を開始したため、それ以前は合鴨放飼圃場についてのみ示した。合鴨圃場においても栽培履歴および管理の違いによると思われる有意差が認められたが、7月4日以降の草丈、茎数/株は合鴨圃場で大きいことが示された。対照区の茎数が少ない原因はイネミズゾウムシの食害によるもので、生育遅延を回復させるために施肥した窒素肥料が7月16日以降の葉色（SPAD）に影響し、対照区のSPAD値を有意に大きくする結果となった。出穂期の株間における根重分布を第4表に示した。合鴨圃場では土壌表層~10cmの根重が有意に大きく、土壌コア中の総根重も慣行対照区より有意に多かった。ただし、同じ合鴨放飼圃場であっても、小松と美川の根重分布は異なり、小松圃場の根重が有意に大きい結果が示された。合鴨を放飼した圃場では、合鴨糞に由来する窒素成分が水稻生育に影響を及ぼしているものと考えられた。化学肥料を施用して栽培した水稻圃場と比べて、合鴨放飼水田の土壌窒素含有量は速やかに上昇し、収穫期が過ぎると窒素含有量は急激に低下するが、合鴨が土壌を攪拌する事によっても土壌中の窒素含有量が増加する（江頭ら2000、田嶋ら2003）との報告があり、土壌中の窒素含有量の変化が合鴨糞による物理的な攪拌によるかについては明確ではない。本試験では合鴨水田の土壌中窒素含有量が慣行栽培より高くなるなどの結果は得られなかった（第5表）。美川圃場では7月31日まで合鴨を放飼したが6月10日から8月4日にかけての土壌中全窒素含有量には有意な差が認められなかった。合鴨から排泄される糞は土壌中の全窒素含有量に影響を及ぼす事は少ないと考えられ、追肥効果の働きは小さいことが示された。合鴨農法における放飼数は10~30羽/10aであり（Asano et

第3表 葉色 (SPAD値) の推移。

試験区	草丈 (cm)					
	6月10日	17日	20日	7月4日	18日	8月4日
小松	35.9±1.7	39.4±0.6	40.7±0.5	41.5±0.3	35.1±0.5	36.4±0.6
美川	37.4±0.9	40.1±0.7	41.1±0.5	40.0±0.3	36.0±0.3	37.5±0.4
角間	-	-	-	33.9±0.8	40.5±0.7	45.9±0.6
LSD(p=0.05)	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*

平均値±標準誤差 (n=10), *5%レベルで有意差あり。

第5表 土壌中の全窒素含有率の推移。

試験区	全窒素含有量 (%)	
	6月10日	8月4日
小松	0.180±0.004	0.377±0.005
美川	0.123±0.012	0.104±0.005
角間	-	0.180±0.041
LSD(p=0.05)	*	n.s.

平均値±標準誤差 (n=3), *5%レベルで有意差あり。

第6表 出穂期における田面水中の全窒素含有量.

試験区	全窒素含有量 (mgN/l)
小松	7.89±0.17
美川	1.90±0.04

LSD(p=0.05)

*

平均値±標準誤差 (n=3), *5%レベルで有意差あり.

第8表 精白米の食味成分.

試験区	タンパク (%)	水分 (%)	アミロース (%)
小松	5.85±0.04	14.95	19.5
美川	6.05±0.11	14.85	19.3
角間	7.95±0.04	15.30	19.1

LSD(p=0.05)

*

*

n.s.

平均値±標準誤差 (n=3), *5%レベルで有意差あり.

第10表 収量および収量構成要素.

試験区	穂数/株	1穂初数	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	収量 (kg/10a)
小松	17.1±1.2	126.9±6.9	83.4±1.1	21.7	630
美川	14.6±0.9	99.2±4.6	83.0±1.5	21.0	406
角間	24.4±1.2	129.8±4.8	71.4±2.2	21.6	785

LSD(p=0.05)

*

*

*

n.s.

*

平均値±標準誤差 (n=10, 千粒重および収量はn=2), *5%レベルで有意差あり.

第7表 玄米の食味成分.

試験区	タンパク (%)	水分 (%)	アミロース (%)	脂肪酸 (%)
小松	5.95±0.04	15.40±0.047	19.0	16.3
美川	6.15±0.04	15.35±0.04	19.0	16.5
角間	8.35±0.04	15.20±0.14	18.8	17.1

LSD(p=0.05)

*

n.s.

n.s.

n.s.

平均値±標準誤差(n=3), *5%レベルで有意差あり.

第9表 出穂期における出液中のアミノ酸含有量.

試験区	アミノ酸含有量 (mgN/l) #
小松	72.92±6.88
美川	31.55±2.67

LSD(p=0.05)

*

平均値±標準誤差(n=5)

#グルタミン+アスパラギンの換算値

*5%レベルで有意差あり.

第11表 玄米の外観品質評価.

試験区	外観品質 (%)					
	整粒	未熟粒	胴割粒	被害粒	着色粒	死米
小松	69.4±0.5	24.6±0.1	1.2±0.1	3.2±0.2	0.9±0	0.5±0.04
美川	69.4±0.7	22.7±0.3	1.7±0.1	4.9±0.7	1.1±0.2	0.1±0.04
角間	61.1±0.4	31.3±0.1	2.0±0.3	3.6±0.1	0.3±0.1	0.3±0.07

LSD(p=0.05)

*

*

n.s.

n.s.

*

平均値±標準誤差(n=2), *5%レベルで有意差あり.

al. 2001), 発生する雑草量の多少により差があるものの, 10aあたり200~600kgの合鴨糞が供給される (Isobe et al. 2005). しかし, 合鴨圃場で生育する水稻の茎数および葉身 SPAD値は合鴨を放飼しない場合と有意な差を示さない (Isobe et al. 2005) ことから, 合鴨糞が土壌中の窒素含有量に及ぼす影響は小さいものと考えられる. 田面水の窒素含有量を第6表に示した. 小松圃場は美川圃場より田面水中の窒素含有量が多く, 土壌中の窒素含有量よりも顕著に圃場間差が認められた. 合鴨糞の影響は土壌窒素よりも田面水の状態により大きく影響しているものと考えられた. 玄米および精白米の食味成分分析結果を第7表と第8表に示した. 合鴨放飼水田で栽培したイネの収量と玄米タンパク質含有量は, 合鴨を放飼しない場合より増加する (萬田ら 1993) との報告があるが, 本試験では合鴨圃場の玄米タンパク質含有量は5.95% (小松) と6.15% (美川) であった. 出穂期における出液中のアミノ酸含有量をグルタミンおよびアスパラギン換算値として第9表に示した. 合鴨放飼栽培圃場であっても, 小松と美川では違いが認められた. 有機資材を投入した有機栽培水稻の出液中アミノ酸含有量は化学肥料を施用した慣行栽培区よりも高い値を示す事が報告されている (野坂ら 2004). 小松と美川における出液中のアミノ酸含有量の差が有機資材の施用履歴に起因するのか, あるいは合鴨農法による影響であるかを判断することは難しいが, 有機栽培水稻の食味評価に関連する結果として興味深い. 美川, 小松および美川の精玄米収量は慣行区 (角間) より低かったことから (第10表), 合鴨栽培で多収

を得ることは難しいと考えられる. 地力窒素が低い水田に合鴨を放飼し, 合鴨から排泄される糞だけに施肥効果を期待した栽培法では標準以上の収量を得ることは難しいと考えられ, 合鴨を放飼した栽培体系で水稻を栽培する場合には, 有機資材を基肥として施用し, 追肥による施肥管理を行うことが収量を得るために必要である. ただし, 合鴨を放飼した水稻栽培であっても, 玄米のタンパク含有量が低い結果が得られ, 外観品質も慣行栽培と差がなかった (第11表) ことを考慮すると, 適正な栽培管理を通じた合鴨水稻栽培で高品質米を生産する事が可能であることが示唆された.

引用文献

- 浅野紘臣ら 2001. 雑草研究 46: 19-24.
 江頭和彦ら 2000. 土肥誌 71: 695-696.
 Isobe H. et al. 2005. Plant Production Science 8: 203-208.
 萬田正治ら 2003. 日本家禽学会誌0: 443-337.
 野坂有希ら 2004. 日作紀 73 (別2): 80-81.
 田嶋文暁ら 2003. 土肥誌 74: 73-75.

謝辞

本実験に協力頂いた小松市の出淵敏夫氏および美川町の山本保彦氏に感謝いたします.

また, 食味成分評価に際しご協力頂いた石川県農業総合研究センター黒田晃氏に感謝いたします.

(2005年11月14日受付, 2006年1月25日受理)