

# 窒素の施用法が千葉県における飼料用米向け水稻品種「べこあおば」の生育及び収量に及ぼす影響

望月 篤・大内昭彦\*・鶴岡康夫

キーワード：飼料用米，窒素施肥反応，収量，べこあおば

## I 緒 言

これまでに著者らは、水稻品種「べこあおば」(中込ら、2006)が、多くの圃場で8月中下旬までしか用水が利用できない千葉県でも栽培が可能であり、千葉県の主食用品種と収穫作業時期が競合せず、多収であり、耐倒伏性に強く、主食用品種との識別が容易であることから、千葉県での飼料用米栽培に適した品種であることを明らかにしてきた。しかし、飼料用米栽培では、販売単価が30円/kg以下で取引されている場合が多く、費用対効果を考慮した低コスト多収栽培を行う必要がある。そのためには、生産費用に関係する窒素施用法及び施用量が、「べこあおば」の生育及び収量に及ぼす影響について明らかにする必要がある。

これまでに、長田ら(2007)及びFukushimaら(2011)は、「べこあおば」を16g/m<sup>2</sup>の窒素を施用した寒冷地北部での試験において、84.7~98.1kg/aの粗玄米重を得たと報告している。また、温暖地においても「べこあおば」を栽培した試験(石川ら、2012)が報告されているが、千葉県のような温暖地早期栽培地帯における「べこあおば」の窒素施肥反応についての知見は少ない。そこで、本稿では温暖地早期栽培地帯である千葉県において、窒素の施用法及び施用量が、「べこあおば」の生育及び収量に及ぼす影響について検討した。

## II 材料及び方法

### 1. 基肥窒素施用試験

試験は、2009~2011年の3年間、千葉県農林総合研究センター生産技術部水田作研究室(千葉市)内水田(河成沖積、中粗粒強グライ土、滝尾統)で行った。試験田では飼料用米栽培を行う上で利用が期待される牛ふん堆肥を1t/10a/年施用した。牛ふん堆肥の全窒素含有率及びCN比は、そ

れぞれ2009年試験で1.4%、16.4、2010年試験で1.5%、14.9、2011年試験で1.7%、13.2であった。また、牛ふん堆肥施用後、基肥窒素施用前の土壌の可給態窒素は2009年試験では12.7mg/100g、2010年試験では7.9mg/100g、2011年試験では13.2mg/100gであった。栽培は、2月に牛ふん堆肥を施用し、5月7~8日に栽植密度16.6~18.5株/m<sup>2</sup>で稚苗移植した。また、2009年、2010年試験では3反復制、2011年試験では2反復制で実施した。

基肥窒素施用量を、2009年試験では9、12、15g/m<sup>2</sup>(以下、N9-3区、N12-3区、N15-3区とする)、2010年、2011年試験では、3、6、9g/m<sup>2</sup>(以下、N3-3区、N6-3区、N9-3区とする)とし、穂肥は一律3g/m<sup>2</sup>施用した。基肥は代かき時に、穂肥は出穂13~20日前に施用した。いずれも尿素を施用し、化学肥料によるりん酸や加里は施用しなかった。

幼穂形成期の茎数及び穂数は、各反復、連続した20株(10株×2条)について行い、調査株のうち穂数が中庸な12株を成熟期に採取して一穂粒数を調査した。また、m<sup>2</sup>あたり粗数(以下、粗数とする)は穂数に一穂粒数を乗じて算出した。粗玄米重は、3.3~3.6m<sup>2</sup>を刈取り、調査した。さらに、2011年のN3-3区、N9-3区にて抜取調査を行った。抜取は、移植後30日、幼穂形成期、穂揃期及び成熟期に茎・穂数が中庸な5株を採取し、生重が中庸な3株について部位別の乾物重及び葉面積指数(以下、LAIとする)を調査した。

### 2. 穂肥窒素施用試験

試験は基肥窒素施用試験と同様の条件で、基肥の窒素施用量は一律9g/m<sup>2</sup>、穂肥の窒素施用量は、無施用、3、6g/m<sup>2</sup>(以下、N9-0区、N9-3区、N9-6区とする)として、2010年と2011年の2年間行った。生育、収量構成要素及び収量調査は、基肥窒素施用試験と同様に行った。また、2011年試験のN9-0区、N9-3区で、抜取調査を行った。抜取調査では、部位別の乾物重及びLAIの調査を基肥窒素施用試験と同様の方法で行った。

受理日2012年8月8日

\*現農業大学校

本報の一部は、作物学会関東支部第100回(2011年12月、熊谷市)において発表した。

### Ⅲ 結果及び考察

#### 1. 基肥窒素施用試験

基肥窒素施用による幼穂形成期の茎数への影響は明らかでなかった(第1表)。これに対し、基肥窒素施用量が多いほど、幼穂形成期の茎数に対する穂数の割合が高くなる傾向が認められ、穂数も多くなった(第1表)。しかし、基肥窒素施用量が多い区では一穂粒数が少ない傾向にあり、結果的に粒数や粗玄米重に有意な差は認められなかった(第1表)。

また、2011年に行った抜取調査では、幼穂形成期におけるN9-3区の全乾物重が394g/m<sup>2</sup>であり、N3-3区の311g/m<sup>2</sup>と比較して27%大きかった(第2表)。また、幼穂形成期におけるN9-3区のLAIは3.7とN3-3区の2.7より34%大きく、移植後30日～幼穂形成期の個体群生長速度(以下、

CGRとする)はN9-3区が13.6 g/m<sup>2</sup>/日であり、N3-3区の10.5g/m<sup>2</sup>/日と比較して29%大きかった(第2表)。

これらのことから、基肥窒素の施用により移植後30日以降の葉の展開が促進され、幼穂形成期までの乾物生産能力が高くなったことが、穂数の増加につながったと考えられる。しかし、幼穂形成期以降のCGRに大きな差が認められず、このことが、基肥窒素施用量の違いが粗玄米重に大きな影響を与えなかった要因と考えられる。

#### 2. 穂肥窒素施用試験

N9-3区、N9-6区の粗玄米重は、N9-0区と比べ4.3～5.9kg/a多かった(第3表)。また、抜取調査では、成熟期におけるN9-3区のLAIは4.2であり、N9-0区の3.5と比較して18%大きく、CGRは幼穂形成期～穂揃期でN9-3が24.2g/m<sup>2</sup>/日、N9-0区が22.4g/m<sup>2</sup>/日と8%、穂揃期～成熟期でN9-3区が21.8g/m<sup>2</sup>/日、N9-0区が18.3g/m<sup>2</sup>/日と20%大きかった(第4表)。これらのことから、穂肥窒素の

第1表 基肥の窒素施用量が生育及び収量に及ぼす影響

試験年	処理区	幼穂形成期の茎数 (本/m <sup>2</sup> )	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	穂数/幼穂形成期の 茎数(%)	一穂粒 数(粒)	粒数 (千粒/m <sup>2</sup> )	粗玄米 千粒重 (g)	粗玄 米重 (kg/a)	全重 (kg/a)
2009	N9-3	447	374	84	105	39.3	27.8	92	202
	N12-3	432	397	92	102	40.3	27.7	85	193
	N15-3	447	408	91	100	40.8	28.0	90	200
2010	N3-3	252	233	92	127 <sup>a</sup>	29.6	28.0	85	200
	N6-3	258	243	94	117 <sup>ab</sup>	28.3	28.3	82	193
	N9-3	281	280	100	108 <sup>b</sup>	30.3	27.0	80	191
2011	N3-3	575	403 <sup>a</sup>	70	107	43.1	27.3	79	187
	N6-3	598	422 <sup>ab</sup>	71	103	43.3	27.0	82	195
	N9-3	585	433 <sup>b</sup>	74	100	43.3	27.0	84	202

- 注1) 出穂期は2009年が7月28日、2010年が7月26日、2011年が7月31日、  
成熟期は2009年が9月11日、2010年が9月9日、2011年が9月13日。  
2) 異なるアルファベット間は各試験年において危険率5%で有意な差があることを示す(Turkey法)。  
3) 粗玄米重は水分含有率15%として算出、全重は水分含有率15%換算した粒重とビニルハウス内で30日以上乾燥させたわら重の合計。

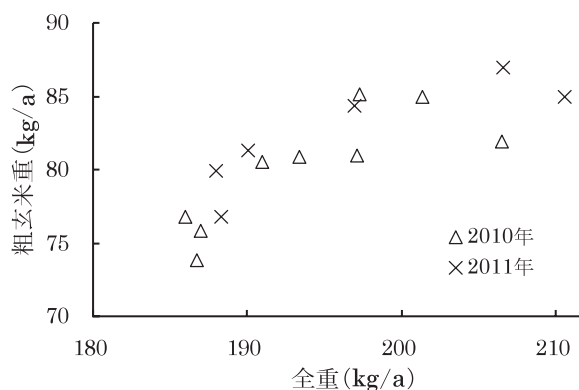
第2表 基肥の窒素施用量が乾物生産及び葉面積に及ぼす影響

調査時期	全乾物重 (g/m <sup>2</sup> )		穂乾物重 (g/m <sup>2</sup> )		稈・葉鞘部乾物重 (g/m <sup>2</sup> )			葉面積指数		個体群生長速度 <sup>2)</sup> (g/m <sup>2</sup> /日)	
	N3-3	N9-3	N3-3	N9-3	N3-3	N9-3		N3-3	N9-3	N3-3	N9-3
移植1ヶ月後	26	26 (100)	-	-	-	-		0.3	0.3 (100)	0.3	0.3 (100)
幼穂形成期	311	394 (127)	-	-	-	-		2.7	3.7 (134)	10.5	13.6 (129)
穂揃期	1204	1264 (105)	332	321 (97)	332	321 (97)		4.6	4.9 (106)	24.8	24.2 (97)
成熟期	1932	2006 (104)	1008	1033 (102)	1008	1033 (102)		4.0	4.2 (104)	21.4	21.8 (102)

- 注1) データは2011年に行った抜き取り調査の結果より算出した。  
2) データは前調査から調査時期までの個体群成長速度を示す。  
なお、移植1ヶ月後の個体群生長速度は、移植～移植1ヶ月間の個体群生長速度を示す。  
3) ( )内は、N9-3のN3-3に対する比数(%)。

施用により増収した要因は、成熟期まで葉面積が確保され、幼穂形成期以降の乾物生産能力が高まったことによると考えられる。また、全重は穂肥窒素が多いほど、大きい傾向が認められたが、粗玄米重ではN9-3区及びN9-6区の間に有意な差が認められなかった(第3表)。全重と粗玄米重との関係を見ると、いずれの試験年においても全重が195kg/a程度まで、粗玄米重は全重の増加とともに直線的に増加したが、195kg/aを超えると全重にかかわらずほぼ一定となった(第1図)。Fukushimaら(2011)は秋田県大仙市で「べこあおば」を栽培したところ、成熟期の全乾物重は1,475~1,628g/m<sup>2</sup>であるにも関わらず、936~997g/m<sup>2</sup>の粗玄米重を得たと報告しており、本試験で2011年に行った抜取試験の結果と比べ収穫指数(全重に対する粗玄米重の割合)が明らかに高い。また、長田ら(2012)は、「べこあおば」において出穂後40日間の気温が高いほど、登熟期日射量当たりの収量が低くなっていることを報告している。これらのことから、登熟期間中の気温が東北地方より高い千葉県で「べこあおば」を栽培した場合、多肥栽培

を行い、乾物生産能力を高めても、高温の影響により子実への同化産物の転流量が制限されるため、増収につながらない可能性があり、今後、更なる検証が必要である。



第1図 全重と粗玄米重との関係(穂肥窒素施用試験)

第3表 穂肥の窒素施肥量が生育及び収量に及ぼす影響

試験年	処理区	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	一穂穂 数(粒)	籾数 (千粒 /m <sup>2</sup> )	粗玄米 千粒重 (g)	粗玄 米重 (kg/a)	全重 (kg/a)
2010	N9-0	241	106 <sup>a</sup>	25.5	27.3	75.5 <sup>a</sup>	186 <sup>a</sup>
	N9-3	280	108 <sup>ab</sup>	30.3	27.0	79.8 <sup>b</sup>	191 <sup>ab</sup>
	N9-6	256	112 <sup>b</sup>	28.6	27.5	81.4 <sup>b</sup>	197 <sup>b</sup>
2011	N9-0	402	104	41.9 <sup>a</sup>	28.1	78.3 <sup>a</sup>	186 <sup>a</sup>
	N9-3	433	100	43.3 <sup>ab</sup>	28.1	84.1 <sup>b</sup>	198 <sup>b</sup>
	N9-6	430	105	45.2 <sup>b</sup>	27.4	82.5 <sup>b</sup>	203 <sup>b</sup>

注1) 出穂期は2010年が7月26日、2011年が7月31日、  
成熟期は2010年が9月9日、2011年が9月13日。  
2) 異なるアルファベット間には各試験年次において危険率5%で  
有意な差があることを示す(Turkey法)。  
3) 粗玄米重は水分含有率15%として算出、全重は水分含有率15%  
換算した籾重とビニルハウス内で30日以上乾燥させたわら重の合計。

第4表 穂肥の窒素施肥量が乾物生産及び葉面積に及ぼす影響

調査 時期	全乾物重 (g/m <sup>2</sup> )		穂乾物重 (g/m <sup>2</sup> )		稈・葉鞘部乾物重 (g/m <sup>2</sup> )		葉面積指数		個体群生長速度 <sup>2)</sup> (g/m <sup>2</sup> /日)	
	N9-0	N9-3	N9-0	N9-3	N9-0	N9-3	N9-0	N9-3	N9-0	N9-3
幼穂 形成期	379	394 (104)	-	-	-	-	3.5	3.7 (104)	13.1	13.6 (104)
穂揃期	1184	1264 (107)	311	321 (103)	628	674 (107)	4.7	4.9 (105)	22.4	24.2 (108)
成熟期	1805	2006 (111)	965	1033 (107)	614	702 (114)	3.5	4.2 (118)	18.3	21.8 (120)

注1) データは2011年に行った抜き取り調査の結果より算出した。  
2) データは前調査から調査時期までの個体群成長速度を示す。  
なお、幼穂形成期の個体群生長速度は、移植1ヶ月~幼穂形成期間の個体群生長速度を示す。  
3) ( )内は、N9-3のN3-3に対する比数(%)。

## V 摘 要

温暖地早期栽培地帯である千葉県において窒素施用法の違いが飼料用向け水稻品種「べこあおば」の生育及び収量に及ぼす影響について検討したところ、結果は以下のとおりであった。

1. 基肥の窒素施用量が3~15g/m<sup>2</sup>の範囲では収量に与える影響は小さい。
2. 穂肥を窒素成分で3~6g/m<sup>2</sup>施用することにより穂肥を施用しない区と比べ4.3~5.9kg/a増収しており、穂肥の施用による増収効果は大きい。
3. 穂肥の施用による増収効果の要因として、幼穂形成期以降における乾物生産能力の向上が考えられ、特に穂揃期以降も葉面積を確保したことが要因と推察される。
4. 穂肥の窒素施用量を増加させると乾物生産能力は高まるが、一定の乾物生産量を超えると粗玄米重は乾物生産量に関わらずほぼ一定となる。

## V 引用文献

- Fukushima, A・H. Shiratsuchi・H, Yamaguchi・A.Fukuda (2011). Effects of Nitrogen Application and Planting Density on Morphological Traits, Dry Matter Production and Yield of Large Grain Type Rice Variety Bekoaoba and Strategies for Super High-Yielding Rice in the Tohoku Region of Japan Plant Prod. Sci. 14:56-63.
- 石川哲也 (2012). 関東地方における飼料用向け多収水稻品種の乾物生産. 日本作物学会紀事. 81:339-342.
- 長田健二・吉永悟志・寺島一男・福田あかり (2007). 東北地域における寒冷地向け飼料イネ品種・系統の生育・収量および乾物生産特性. 東北農研研報. 107:63-70.
- 長田健二・大角壮弘・吉永悟志・佐々木良治 (2012). 多収水稻における登熟・収量の温度反応性の評価. 日本作物学会紀事. 81 (別号1):36-37.
- 中込弘二・山口誠之・片岡知守・遠藤貴司・滝田正・東正昭・横山晴郁・加藤浩・田村泰章 (2006). 直播栽培に適する稲発酵粗飼料専用品種「べこあおば」の育成. 東北農研研報. 106:1-14.

## Effect of Nitrogen Fertilizer on Growth and Yield of the Forage Rice Cultivar Bekoaoba in Chiba Prefecture, Japan

Atsushi MOCHIZUKI, Akihiko OUCHI and Yasuo TSURUOKA

Key words : Bekoaoba, Forage rice cultivar, Nitrogen application, Yield

### Summary

We examined the effect of nitrogen fertilizer on production of the forage rice cultivar Bekoaoba in Chiba Prefecture, Japan. We obtained the following results:

1. The effect of basal nitrogen fertilizer at 3 to 15 g/m<sup>2</sup> on yield was small.
2. Nitrogen application at 3 to 6 g/m<sup>2</sup> between 13 and 20 days before heading increased the yield from 430 to 590 kg/ha.
3. The main factor in the yield increase was the increase in crop growth rate during the reproductive period, especially as a result of maintenance of the leaf area index after full heading.
4. The greater the nitrogen application rate 13 to 20 days before heading, the greater the crop growth rate. However, yield did not increase when total plant weight exceeded a certain value.