

飼料用米向け水稻品種「べこあおば」の千葉県における栽培特性

望月 篤・斎藤幸一*・鶴岡康夫

キーワード：水稻，飼料用米，品種，べこあおば

I 緒 言

わが国の純国内産飼料自給率は25% (2010年) と低い (農林水産省, 2012)。また, 近年, 配合飼料の主な原料であるとうもろこしの国際価格は, 燃料用エタノール向けの需要が増加していることから高騰しており, 国産飼料の増産が求められている。一方, 食用米の生産量は過剰な状態となっており, 米価を安定させるための生産調整が行われている。

このような状況の中, 過剰水田で飼料用米を生産し, 輸入とうもろこしと代替する取組みが推進されている。湿田の多い千葉県では, 生産調整のために水田転換畑で畑作物を栽培しても湿害が発生し易い。一方, 水田状態で作付けが可能な飼料用米栽培による生産調整は比較的容易である。さらに, 2012年より農業者所得補償制度が本格施行され, 飼料用米栽培に対して10a当たり8万円の生産助成が行われたため, 2009年では126haで栽培されていた千葉県の飼料用米栽培は 2012年で1,020haまで拡大した。

しかし, 飼料用米の販売価格は, 主食用品種の販売価格よりはるかに低い輸入とうもろこしと同程度に設定する必要がある。このため, 多収品種を導入し, 収量を向上させることにより, 生産物単位当たりの生産費を低減させ, 収益性を高めることが期待されている。

飼料用米栽培・給与マニュアル<2011年度版> (農業・食品産業技術総合研究機構, 2012) では, 北陸・関東地域～近畿・中国・四国地域向け多収品種として「タカナリ (井邊ら2004)」, 「ホシアオバ (前田ら2003)」, 「モミロマン (平林ら2010)」, 「夢あおば (三浦ら2006)」, 「クサホナミ (坂井ら2003)」など10品種が紹介されている。しかし, これら品種の多くは成熟が遅く, 早期栽培のため多くの圃場で用水が8月中下旬までしか利用できない千葉県では, 栽培が困難である。これまで, 千葉県では「ちば28号」が飼料用米として栽培されてきたが, 飼料用米に適した多収品種として「べこあおば」を選定し, 2009年より普及を

図っている。東北農業研究センターにて育成された「べこあおば (中込ら, 2006)」は飼料用米栽培・給与マニュアル<2011年度版>によると, 栽培適地が東北中部以南の寒冷地となっているが, 8月中下旬までに用水が利用できなくなる千葉県の多くの水田圃場でも栽培が可能と考えられる。また, 「べこあおば」は収量性が高く, 耐倒伏性に優れ, いもち病に強い品種であるため, 「ちば28号」に替えて「べこあおば」を作付けすることにより, 増収や農薬散布回数の削減, 倒伏程度の軽減等による生産費の低減が期待できる。さらに, 耐倒伏性に優れるため, 牛ふん堆肥連用田での栽培が容易であり, 耕畜連携の推進にも有用であると期待される。一方, 移植時期が早く, 温暖地域に属する千葉県では, 障害型冷害や紋枯病は重要な問題であるが, 千葉県のような早期温暖地域において「べこあおば」の障害型冷害に対する耐性や紋枯病の罹病性を評価した報告はない。また, 主食用品種としても栽培されている「ちば28号」と異なり, 「べこあおば」は主食用として流通されていないため, 主食用品種に作付けを転換する場合に, 別の品種を栽培する必要がある, 漏生イネの発生が懸念される。このため, 本稿では, 千葉県における「べこあおば」の栽培特性について「ちば28号」を対照に検討した。

II 材料及び方法

1. 生産力検定試験

試験は, 2009年, 2010年に, 千葉県農林総合研究センター育種研究所水稻育種研究室 (香取市) 内の牛ふん堆肥 2t/10a/年を連用した2年目 (2009年), 3年目 (2010年) の圃場 (砂壤土の湿田) で行った。供試品種として「べこあおば」, 対照品種として「ちば28号」を供試した。2009年, 2010年ともに5月7日に, 稚苗を栽植密度18.5株/m², 4本/株で手植えた。基肥の窒素施用量が異なる処理区を2区設け, 代かき時に窒素成分で9g/m² (以下, N9区とする), 15 g/m² (以下, N15区とする) 施用した。いずれの処理区も幼穂形成期に窒素成分で3g/m²施用した。試験規模は1区6.5m² (3.6m×1.8m), 乱塊法を用い2反復とした。

受理日2012年8月8日

*元農林総合研究センター

2. 障害型冷害及び病害抵抗性試験

(1)障害型冷害

2009年, 2010年に, 水稻育種研究室内にて, 「べこあおば」及び「ちば28号」各3個体をポット (1/5000a) 栽培し, 減数分裂期に冷温処理を行うため, 葉耳間長が $\pm 0\text{cm}$ 以上の茎が初めて認められた日に冷温処理室 (暗室) に搬入し, 日長4時間, 室温 17°C の条件で1週間冷温処理した. 成熟後に不稔率を調査し, 耐冷性が既知である基準品種と比較して「べこあおば」及び「ちば28号」の耐冷性を評価した. また, 生産力検定試験で栽培したN9区の「べこあおば」及び「ちば28号」について, 成熟期に不稔程度を調査した.

(2)穂いもち

2009年, 2010年に水稻育種研究室内の防風, 遮光設備が設置されている圃場にて圃場抵抗性試験を行った. 6月30日~7月1日に「べこあおば」及び「ちば28号」と, 千葉県で優占していると考えられるいもち菌レース007に罹病した水稻苗を移植し, 出穂後, 発病好適条件を維持するため, 適宜, 散水を行った. 穂いもちの圃場抵抗性は, 罹病程度を出穂25日後に達観で調査し, 抵抗性が既知の基準品種と比較して評価した. また, 生産力検定試験で栽培したN9区の「べこあおば」及び「ちば28号」について, 成熟期に穂いもちの発病程度を調査した.

(3)紋枯病

2011年に, 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) 内のライシメータで紋枯病菌接種試験を行った. 「べこあおば」及び「ちば28号」を5月26日に $18.5\text{株}/\text{m}^2$ で1本植えし, 穂ばらみ期に紋枯病菌を接種した10株に対して接種6日後の病斑長を調査し, 接種41日後の紋枯病の発病度及び病斑高率を式(1), 式(2)より算出した. 接種に使用した菌は, 水田作研究室内圃場で発生した紋枯病罹病株から常法により分離し, PSA平面培地上にて 25°C で5日培養した. 接種では, 培地ごとビニル袋内で攪拌し, 0.1ml を注射器で各株中庸な茎3本, 第2完全展開葉の葉鞘先端部内側に注入した.

また, 生産力検定試験で栽培したN9区の任意に選出した25株の「べこあおば」及び「ちば28号」について, 成熟期に紋枯病の罹病程度を調査し, 発病度を式(1)より算出した.

$$\text{発病度} = (4 \times \text{Aの株数} + 3 \times \text{Bの株数} + 2 \times \text{Cの株数} + 1 \times \text{Dの株数}) / (4 \times \text{調査株数}) \times 100 \quad \text{式(1)}$$

A: 株の半数以上の茎が発病し, そのほとんどが止葉から穂首まで侵され, 止葉が枯死の状態を呈する.

B: 株の半数以上の茎が発病し, 大部分の病斑が止葉葉鞘まで達しているが, 止葉は生色がある.

C: 株の半数以上の茎が発病し, 大部分の病斑が第2葉鞘

まで達している.

D: 病斑の進展が第3葉鞘以下である.

E: 全く病斑を認めない.

$$\text{病斑高率}(\%) = \text{最上位病斑高}(\text{cm}) / \text{発病株の草丈}(\text{cm}) \times 100 \quad \text{式(2)}$$

3. 漏生イネ

(1)漏生イネの発生調査

2009年に「べこあおば」を栽培した水稻育種研究室内圃場 (面積8a) において, 2010年に「コシヒカリ」を栽培し, 「べこあおば」のこぼれ籾から生じた漏生イネの発生量を調査した. 2009年に「べこあおば」を収穫してから2010年に「コシヒカリ」を移植するまでの間の圃場管理として, 9月24日と1月13日にロータリー耕, 4月7日に荒代かき, 4月19日に代かきを行った. 除草剤は, 4月19日にプレチラクロール・ベンゾフェナップ水和剤を $500\text{ml}/10\text{a}$, 5月6日にオキサジクロメホン・ジメタメトリン・ピラズスフロネチル・ベンゾビスクロン粒剤を $1\text{kg}/10\text{a}$ 散布した. 圃場に発生した漏生イネが「べこあおば」であるか否かは, 穂に着生した籾の形状から判定した.

(2)越冬試験

2010年は水稻育種研究室内圃場, 2011年は水田作研究室内圃場にて試験を行った. 成熟期に「べこあおば」及び「ちば28号」の籾を採取し, 水選後, 300粒ずつネット袋に入れ, ロータリー耕した圃場の地表面及び深さ 10cm の土中に設置し, 翌年, 籾を回収して発芽率を調査した. 籾の設置は, 2010年が9月23日, 2011年が9月26日に行い, 籾の回収は, 2010年が翌年1月2日及び4月29日, 2011年が翌年1月6日に行った. 各処理3反復とした. なお, 設置前の水選した籾の発芽率は, 2010年, 2011年, それぞれ「べこあおば」で94, 96%, 「ちば28号」で97, 96%であった.

(3)穂発芽試験

2009年, 2010年に, 水稻育種研究室内圃場にて「べこあおば」及び「ちば28号」を栽培し, 成熟期に, 穂を各品種5本ずつ採取し, 冷蔵庫で保管後, 10月上旬に温度 27°C , 湿度95%以上の定温器に置床した. 穂発芽性は置床後3, 5, 7日目における発芽率の平均値を穂発芽性が既知の基準品種と比較して評価した.

III 結果及び考察

1. 生産力検定試験

(1)早晩性

「べこあおば」の出穂期は7月27日であり, 同じ施肥条件で栽培した「ちば28号」より3~4日遅かった (第1表). また, 「べこあおば」の成熟期は9月8~9日であり, 同じ施肥条件で栽培した「ちば28号」より6~7日遅かった (第1表).

第1表 「べこあおば」と「ちば28号」の生産力検定試験の結果

品種	窒素 施用量	出穂期	成熟期	倒伏 程度	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	粗玄 米重 (kg/a)	粗玄米 千粒重 (g)	玄米 外観 品質
べこあおば	N9	7.27	9.08	1.3	72.0	20.4	375	75.8	29.3	7.0
	N15	7.27	9.09	1.5	75.1	19.8	399	77.3	28.6	7.0
ちば28号	N9	7.24	9.02	3.3	80.9	19.4	461	64.0	22.3	5.5
	N15	7.23	9.02	4.2	82.4	19.1	476	59.1	21.9	5.5
分散 分析	品種(A)	—	*	—	*	*	*	*	*	—
	施肥量(B)	—	ns	—	*	*	*	ns	ns	—
	A × B	—	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	—

注1) データは2009年及び2010年の平均値。

2) 窒素施用量の「N9」及び「N15」区における基肥一穂肥窒素施用量はそれぞれ9-3、15-3g/m²。

3) 倒伏程度は0（無）から5（甚）の6段階で評価。

4) 外観品質は1（上の上）から9（下の下）の9段階で評価。

5) 下段は分散分析の結果を示す。*は5%水準で有意差あり、nsは有意差なし。

千葉県では移植盛期である4月下旬までに移植した主食用品種は概ね9月始めまでに成熟期を迎えることから、主食用品種を4月下旬までに移植し、5月上旬に「べこあおば」を移植することにより、主食用品種の収穫に続けて「べこあおば」を収穫する作業体系が可能であると考えられる。

(2)生育及び収量性

出穂10日後の「べこあおば」の稈長は72.0～75.1cmであり、同じ施肥条件で栽培した「ちば28号」より7.3～8.9cm短かった（第1表）。「べこあおば」の穂数は375～399本/m²であり、同じ施肥条件で栽培した「ちば28号」と比べ16～19%少なかった（第1表）。「べこあおば」の粗玄米重は75.8～77.3kg/aであり、同じ施肥条件で栽培した「ちば28号」より18～31%多く（第1表）。「べこあおば」の収量性は「ちば28号」より優れると考えられる。

(3)耐倒伏性

「べこあおば」の倒伏程度は、1.3～1.5であり、千葉県奨励品種の中で最も倒伏しにくい「ちば28号」より倒伏程度が軽微であった（第1表）。特に、2009年は成熟期8日前に台風11号が接近したため、倒伏しやすい環境であったことを考慮すると「べこあおば」の耐倒伏性は“極強”であると考えられる。また、牛ふん堆肥を2t/10a/年連用し、極多肥栽培を行ったN15区でも、「べこあおば」は稈長が短く、倒伏程度も収穫に支障を及ぼすほどではなかった。このため、「べこあおば」は発現窒素の予測が難しい牛ふん堆肥連用田においても、栽培が容易であると考えられる。

(4)主食用米との識別性

「べこあおば」の粗玄米千粒重は28.6～29.3gであり、同じ施肥条件で栽培した「ちば28号」より31～32%大きかった（第1表）。また、「べこあおば」の外観品質は7.0（下の下）であり、「ちば28号」の5.5（中の中～下）より劣った

（第1表）。また、「べこあおば」の玄米は粒が大きく、細長いため、「ちば28号」と容易に区別できた（写真1、2）。これらのことから、「べこあおば」の玄米は一見して主食用米品種と識別できるため、主食用米との区分出荷が求められる飼料用米に必要な識別性を有していると考えられる。

2. 障害型冷害及び病害抵抗性

(1)障害型冷害

「べこあおば」の耐冷性は“弱～中”（不稔率43.4%）であり、「ちば28号」の“強”（不稔率7.9%）と比べて劣った（第2表）。しかし、生産力検定試験における「べこあおば」の不稔程度は1.4と軽微な障害が発生したが、発生した不稔率の多くで子房の発達が認められた。このため、生産力検定試験で発生した不稔の多くは花粉の発育不全等により不受精となることが原因の障害型冷害によるものではないと判断される。これらのことから、「べこあおば」の耐冷性は強くないが、5月7日に移植した「べこあおば」の出穂期は7月27日で、障害型冷害の危険期である出穂10～14日前に日平均気温が20℃を下回ることがなく、冷害による不稔が発生しなかったと考えられる。このため、「べこあおば」は極端な早植えを避ける必要があるが、5月上旬植えであれば千葉県において障害型冷害により収量が低下する可能性は低いと考えられる。

(2)穂いもち

圃場抵抗性試験における「べこあおば」の罹病程度は1.8であり、「ちば28号」と比べ軽微であった（第3表）。また、生産力検定においても「べこあおば」の穂いもち発病程度は0.0～1.0であり、「ちば28号」と比べ軽微であった（第3表）。中込ら（2006）は「べこあおば」のいもち病真性抵抗性遺伝子型は*Pita-2*であると推定している。千葉県で優占していると考えられるいもち菌レース007では、*Pita-2*を侵

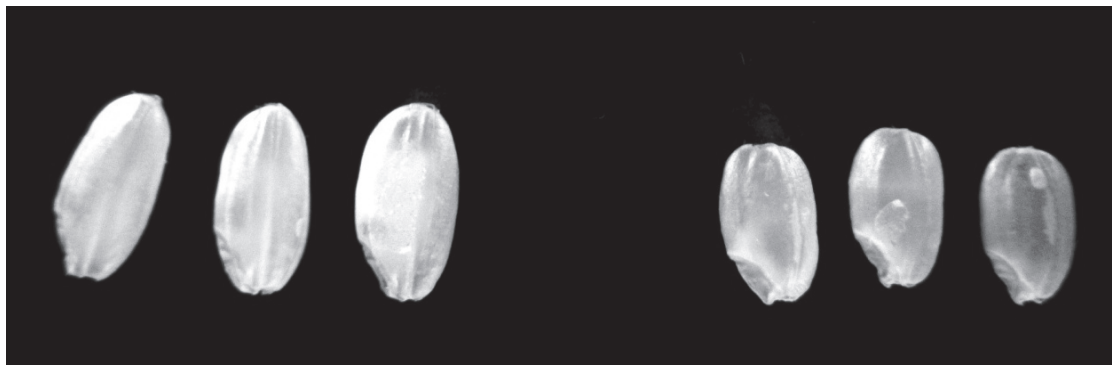


写真1 「べこあおば」(左)と「ちば28号」(右)の玄米

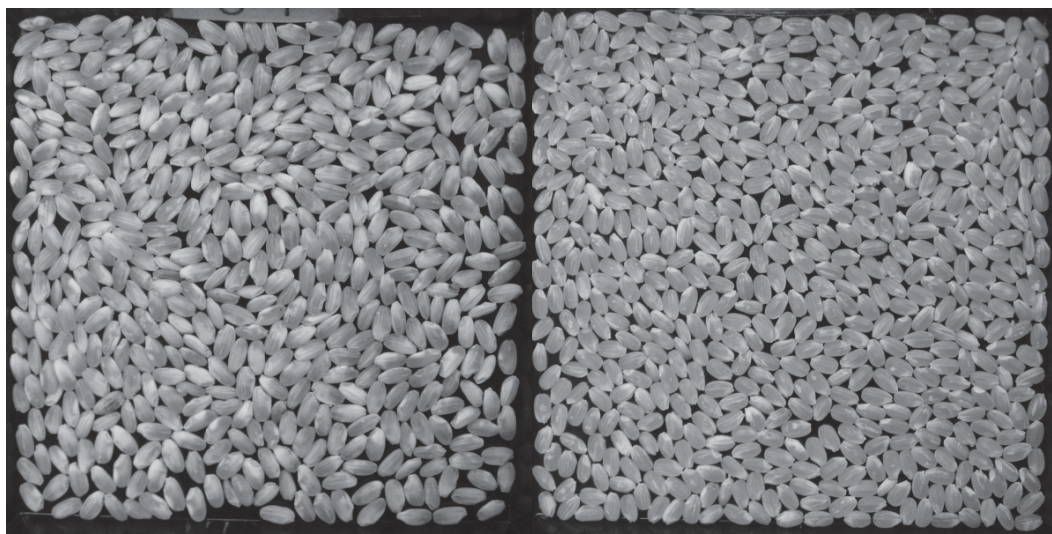


写真2 「べこあおば」(左)と「ちば28号」(右)の粗玄米

第2表 「べこあおば」と「ちば28号」の耐冷性

品種	耐冷性試験	生産力検定
	不稔率 (%) ¹⁾	不稔程度 ²⁾
べこあおば	43.4 (弱～中) ³⁾	1.4
ちば28号	7.5 (極強)	0.8

注1) データは2009年及び2010年試験の平均値。

2) 不稔程度は0 (無) ～5 (甚) の6段階評価。
データは2009年及び2010年試験の平均値。

3) () 内は耐冷性が既知の基準品種との
相対評価。

第3表 「べこあおば」と「ちば28号」の穂いもち抵抗性

品種	圃場抵抗性検定	生産力検定	
	罹病程度 ¹⁾	発生程度 ²⁾	
		2009年	2010年
べこあおば	1.8 (真性) ³⁾	1.0	0.0
ちば28号	3.6 (強)	3.0	1.0

注1) 罹病程度は0 (無) ～10 (甚) の11段階評価。
データは2009年、2010年の平均値。

2) 発生程度は、0 (無) ～5 (甚) の6段階評価。

3) () 内は耐冷性が既知の基準品種との相対評価。

すことは出来ないため、「べこあおば」が罹病することはないと考えられる。一方、「ちば28号」は本試験のように多肥条件下で栽培した場合、穂いもちの発生により減収する可能性があるため、「べこあおば」を栽培することにより、農業使用回数の低減が期待できる。

(3) 紋枯病

接種試験において、接種6日後の病斑長が「べこあおば」では、63mmであり、「ちば28号」の49mmと比べ大きかった(第4表)。接種6日後では、接種部に対して一つの病斑し

か形成されていないため、病斑長が長い「べこあおば」の方が、感染後の病斑の進展は「ちば28号」より速いと考えられる。また、接種41日後の「べこあおば」の発病度は36、病斑高率は47%であり、いずれも「ちば28号」と比べ高かった。この要因として、「べこあおば」は、稈長が短く、穂までの距離が近いこと、穂や止葉へ病斑が進展しやすいこと、立性であり、稈が太く、茎同士が近接しているため、感染した茎から隣接している健全な茎への紋枯病の進展が容易であることが考えられる。一方、生産力検定試験では、

第4表 「べこあおば」と「ちば28号」の紋枯病発病程度

品種	接種試験			生産力検定
	接種6日後	接種41日後 ²⁾		成熟期
	病斑長 ¹⁾ (mm)	発病度 ³⁾	病斑高 率 ⁴⁾ (%)	発病度
べこあおば	63	36	47	26
ちば28号	49	27	34	32

注1) 接種6日後病斑長は各株最も大きい病斑長の平均値。

2) 接種41日後の発病度及び病斑高率は、各区10株の接種しなかった茎のみを調査し算出した。

3) 発病度は各調査株の紋枯病の罹病程度をA～Eに評価し、次式により算出した。

発病度 = $(4 \times A \text{の株数} + 3 \times B \text{の株数} + 2 \times C \text{の株数} + D \text{の株数}) / (4 \times \text{調査株数})$

4) 病斑高率 = 最上位病斑高 / 発病株の草丈 $\times 100$

「べこあおば」の発病度は「ちば28号」との差が認められなかった。この要因として、生産力検定試験では接種試験と異なり、土壌中の菌から直接感染する株は圃場内の株の一部であることなどが考えられる。このため、紋枯病菌の菌密度が高い常発田などで「べこあおば」を栽培する場合には紋枯病防除に注意を要する。

3. 漏生イネ

漏生イネ発生試験では、「べこあおば」のこぼれ籾から発生したと見られる漏生イネは観察されなかった。また、越冬試験では、地表面に設置した「べこあおば」の籾の発芽率は、「ちば28号」より低い傾向が認められた（第5表）。大平ら（2011）は広島県にて黄熟期の「べこあおば」の種子を用いて実施した越冬試験の結果、越冬後の「べこあおば」の発芽率は0.3～5.4%であり、他の多収品種と比べ低かったと報告している。これらのことから、圃場に落ちた「べこあおば」のこぼれ籾は「ちば28号」に比べ、越冬能力が低いと考えられる。また、穂発芽試験における「べこあおば」の穂発芽性は「やや易～易」であり、「ちば28号」は「難」であった（第6表）。このため、圃場にこぼれた「べこあおば」の籾は、直ちに発芽し、冬の間に枯死する可能

第5表 圃場に設置した「べこあおば」と「ちば28号」の発芽率（%）

品種	試験年	籾回収月	設置位置	
			地表面	地下10cm
べこあおば	2010年	翌年1月	0.0	0.0
	2010年	翌年4月	0.0	0.0
	2011年	翌年1月	0.5	0.0
ちば28号	2010年	翌年1月	0.6	0.0
	2010年	翌年4月	0.3	0.0
	2011年	翌年1月	1.1	0.0

注) 設置日は2010年が9月23日、2011年が9月26日。

第6表 「べこあおば」と「ちば28号」の穂発芽性

品種	発芽率 ¹⁾	穂発芽性 ²⁾
べこあおば	92%	やや易～易
ちば28号	25%	難

注1) 発芽率は2009年、2010年試験の平均値。

2) 穂発芽性は、穂発芽性が既知の品種の発芽率と比較し、相対的に評価を行った。

性が「ちば28号」より高いと考えられ、このことが越冬能力の低い一因として推察される。

IV 摘 要

千葉県での飼料用米栽培に適する多収品種として選定した「べこあおば」について、現在、飼料用米栽培として一般的に作付けされている「ちば28号」を対照に栽培特性を検討したところ、結果は以下のとおりであった。

1. 「べこあおば」は収量が多く、耐倒伏性に優れ、穂いもちに抵抗性があることから、生産物単位当たりの生産費の低減が期待できる。
2. 主食用米品種との識別性を有している。
3. 収穫時に主食用品種栽培との労力競合が生じない。
4. 収穫後、直ちに耕うんすることにより、漏生イネの発生を抑制することができる。

V 引用文献

- 独立行政法人 農業・食品・産業技術総合研究機構（2012）. 飼料用米栽培・給与マニュアル＜2011年度版＞
- 平林秀介・根本博・安東郁男・加藤浩・太田久稔・佐藤宏之・竹内善信・石井卓朗・前田英郎・井邊時雄・出田収・平山正賢・岡本正弘・西村実・八木忠之・梶亮太（2010）.飼料用水稲品種「モミロマン」の育成.作物研報 11, 31-47
- 井邊時雄・赤間芳洋・中根晃・羽田丈夫・伊勢一男・安東郁男・内山田博士・中川宣興・古館宏・堀末登・能登正司・木村健治・森宏一・高柳健治・藤田米一・上原泰樹・石坂昇助・中川原捷洋・山田利昭・古賀義昭（2004）. 多用途向き多収水稻品種「タカナリ」. 作物研報, 5, 35-51.
- 前田英郎・春原嘉弘・飯田修一・松下景・根本博・石井卓朗・吉田泰二・中川宣興・坂井真・星野孝文・岡本正弘・篠田治躬（2003）.飼料用水稲新品種「ホシアオバ」の育成. 近中四農研報, 2, 83-98.
- 三浦清之・上原泰樹・小林陽・太田久稔・清水博之・笹原英樹・福井清美・小牧有三・大槻寛・後藤明俊・重宗

- 明子(2006).水稻新品種「夢あおば」の育成.中央農研研究報告 7:1-23
- 長島正・斉藤幸一 (1997). 秋冬季の土壤水分管理によるこぼれ糞発生苗の防除. 日本作物学会関東支部会報 12:28-29
- 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.
- 農林水産省 (2012). 食料需給表. http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/pdf/23_sankou5.pdf
- 大平陽一・佐々木良治 (2011). 飼料イネ種子の休眠程度が越冬後の発芽能力に及ぼす影響. 日作紀80, 174-182.
- 坂井真・井邊時雄・根本博・堀末登・中川宣興・佐藤宏之・平澤秀雄・高館正男・田村和彦・安東郁男・石井卓朗・飯田修一・前田英郎・青木法明・出田収・平林秀介・太田久稔 (2003). 飼料用水稻新品種「クサホナミ」の育成. 作物研報, 4, 1-15.

Characteristics of the Forage Rice Cultivar Bekoaoba in Chiba Prefecture, Japan

Atsushi MOCHIZUKI, Koichi SAITO and Yasuo TSURUOKA

Key words : Bekoaoba, forage rice cultivar

Summary

We compared the characteristics of the forage rice cultivar Bekoaoba with those of Chiba 28gou, which is commonly grown for forage in Chiba Prefecture, Japan. The characteristics of Bekoaoba were as follows:

1. The yield of Bekoaoba with low-cost cultivation would be high, because Bekoaoba has high yield capacity, high lodging resistance, and resistance to blast caused by the races prevalent in Chiba Prefecture.
2. It was easy to distinguish husked rice of Bekoaoba visually from that of the staple food cultivar.
3. There was no competition in the harvest operations period between Bekoaoba and the staple food cultivar.
4. Tilling the paddy field just after harvest reduced the abundance of seedlings of Bekoaoba derived from seed dropped at harvest and contaminating the staple rice paddy field the following year.