

## 「なつきらり(愛知123号)」の良食味米栽培のための成熟期最適窒素吸収量と土壌窒素供給量に配慮した施肥

遠山孝通<sup>1)</sup>・杉浦和彦<sup>2)</sup>・池田彰弘<sup>3)</sup>・久野智香子<sup>4)</sup>・森崎耕平<sup>1)</sup>・井手康人<sup>5)</sup>・浅野智也<sup>1)</sup>・伊藤 真<sup>1)</sup>・黒野綾子<sup>1)</sup>・濱頭 葵<sup>1)</sup>・山下有希<sup>6)</sup>・伊藤 晃<sup>1)</sup>・杉浦直樹<sup>1)</sup>

**摘要：**「愛知123号」ブランド化推進協議会では、「なつきらり(愛知123号)」の良食味米の生産を目指して精玄米重480 kg/10a、玄米蛋白質含有率7.2%(乾物換算値)を暫定目標値としている。2017年に場内及び現地試験ほ場で成熟期の窒素吸収量と精玄米重及び玄米蛋白質含有率の関係を調査し、暫定目標値を満たす成熟期の最適窒素吸収量は9~10 kg/10aであることを明らかにした。2018年に水稻施肥プログラムによる施肥診断値を目安にして現地ほ場で実証試験を行った。坪刈サンプルの精玄米重と玄米蛋白質含量の平均値は暫定目標値と同等であった。地力が特に高いまたは低いほ場では、土壌窒素供給量に配慮して施肥量を加減することで成熟期窒素吸収量を適正化でき、精玄米重と玄米蛋白質含有率は暫定目標値並みとなった。「なつきらり」の成熟期最適窒素吸収量を満たすためには土壌からの窒素供給量に配慮した施肥が重要である。

**キーワード：**なつきらり(愛知123号)、良食味栽培、成熟期最適窒素吸収量、土壌窒素供給量、施肥窒素量

### 緒言

愛知県(以下県)は2013年に、「コシヒカリ」と同熟期の高温耐性新品種「なつきらり(愛知123号)：以下なつきらり」<sup>1)</sup>を育成した。また、2018年現在、県には一般財団法人日本穀物検定協会が実施する食味試験のうち特に良好な「特A」にランク付けされる銘柄米がない。その中で、県、関係農業団体、生産者が「愛知123号」ブランド化推進協議会を設立し、良食味米「なつきらり」の生産体制を整えて「特A」ランクの取得によりブランド米を確立する取り組みを実施している。良食味品種のポテンシャルを発揮する栽培学的なアプローチとして、気象変動に伴う白未熟粒の発生抑制と玄米蛋白質含有率の制御がある<sup>2)</sup>。「なつきらり」は高温障害による白未熟粒は発生しにくいものの、玄米蛋白質含有率の適正化と、倒伏、稔実不良を防止するためには生育過剰を避ける必要がある。

「愛知123号」ブランド化推進協議会では、良食味米を生産するために、収量及び玄米成分の暫定目標値(以下暫定目標値)として玄米蛋白質含有率を県内産の一般米の目安値である7.7%より低い7.2%(乾物換算値)に、また精玄米重を480 kg/10 aに設定している。これらの暫定目標値を達成できる施肥技術を確立するため、2017年に「なつきらり」の暫定目標値に対応する成熟期最適窒素吸収量を推定した。そして、2018年に水稻施肥プログラム<sup>3)</sup>による診断値を目安にした施肥量での実証栽培を行った。その結果、「なつきらり」の成熟期最適窒素吸収量を満たすためには、土壌からの窒素供給量に配慮した施肥が重要であるとの知見を得たため報告する。

### 材料及び方法

#### 1 成熟期最適窒素吸収量の推定

##### (1) 供試ほ場及び栽培概要

供試ほ場は、農業総合試験場作物研究部(長久手市以下場内)の2ほ場の28ヶ所(内12ヶ所は深水栽培)と

本研究は「次世代技術活用水田農業強化事業費のうち、次世代のあいち米ブランド化推進事業(地方創生推進交付金事業)」により実施した。

<sup>1)</sup>作物研究部 <sup>2)</sup>作物研究部(現企画普及部) <sup>3)</sup>作物研究部(現愛知県経済農業協同組合連合会) <sup>4)</sup>環境基盤研究部 <sup>5)</sup>作物研究部(現西三河農林水産事務所) <sup>6)</sup>作物研究部(現尾張農林水産事務所)

(2019.10.10 受理)

「愛知123号」ブランド化推進協議会の日進市、弥富市、常滑市、美浜町、安城市、刈谷市、岡崎市、西尾市、豊田市の26現地試験ほ場(内16ほ場は深水栽培)である。移植時期は2017年の4月12日から5月6日とした。現地試験ほ場では、施肥は主に全量基肥肥料の「なつきらり」専用肥料(AN:LP40:LPS80=2:3:5)又は、深水用肥料(AN:LP40:LPS80=3:4:3)を用いた側条・全層施肥栽培とし一部は分施肥栽培とした。場内では分施肥栽培を主体とし、一部を全量基肥栽培とした。各試験区あたり2連制で調査した。

## (2) 調査及び分析

収量調査の刈り取り株数は、場内試験は1区あたり30株、現地試験では50株とした。精玄米重は1.85 mm縦目篩を用いて調整し重量を測定後、水分14.5%に換算した。玄米蛋白質含有率は近赤外分析計(NIRFlex N500 日本ビュッヒ株式会社、東京)で測定し乾物換算値とした。

窒素濃度測定用に坪刈時に1区あたり5株を刈り取り、わらは80°Cで48時間乾燥した後に粉碎して、粗粒は粉碎サンプルをCNコーダ(JM1000 ジェイ・サイエンス・ラボ、京都)を用いて乾式燃焼法により窒素濃度を測定した。粗粒は粉碎サンプルの一部を105°C24時間乾燥して求めた水分含量で換算した。窒素吸収量は、わら、粗粒別に乾物重に窒素濃度を乗じて求めたものを合計した。

## 2 土壌窒素供給量に配慮した施肥

### (1) 供試ほ場及び土壌窒素調査

2018年に「愛知123号」ブランド化推進協議会の現地試験22ほ場で実施した(表1、2)。作土深の計測と土壌採取は1月31日と2月5日に行った。作土深の計測は、ほ場の5~8ヶ所において金属製の定規を田面に突き刺し、耕盤の抵抗を感じた位置までの深さを測定した。全窒素濃度は乾土を乳鉢で粉碎し0.5 mmで篩後CNコーダ(前出)を用いて乾式燃焼法で計測した。湛水保温静置培養窒素は、湿土を5 mmで篩別し、ガラス円筒培養管(内径23 mm×高さ90 mm)で湛水密封し30°C4週間静置培養を行い、培養前と培養後のアンモニア態窒素を自動流れ分析装置(ビーエルテック株式会社、大阪)を用いてインドフェノール法で定量した。培養前後のアンモニア態窒素の差を30°C4週間培養発現窒素量とした。

### (2) 施肥窒素量

水稻施肥プログラム<sup>3)</sup>を用いて成熟期窒素吸収量が2017年に推定した最適吸収量の低値である9 kg/10 aとなるように施肥診断を行った。実際の施肥は、診断施肥量を目安にして、前年の生育状況や施肥作業の実行性に配慮して加減した量とした(以下実用施肥量)(表1)。全ての現地ほ場では肥料に「なつきらり」専用肥料を用いて側条施肥栽培を行った。

施肥診断値の計算には、気温は名古屋市におけるアメダスの日平均気温平年値を用い、本田の生育期間を4月25日から8月18日と仮定した。窒素利用率は、土壌の培養窒素分は65%、全窒素画分は90%、「なつきらり」

専用肥料は、速効性肥料は30%、肥効調節型肥料は90%と想定した。

### (3) 調査及び分析

収量調査と分析は、2017年の方法に準じて行った。2018年の土壌窒素供給量の推定には、水稻施肥プログラムを用い、現地試験各ほ場の本田生育期間(移植日-坪刈日)における、農業環境変動研究センターが配信している1キロメッシュ農業気象データの2018年日平均値を使用した。

## 結果及び考察

### 1 成熟期最適窒素吸収量の推定

成熟期窒素吸収量と精玄米重との間には2次回帰式で示される相関( $p<0.01$ )が認められた(図1)。成熟期窒素吸収量が9 kg/10 a程度で、目標値である480 kg/10 aを確保できると考えられた。成熟期窒素吸収量と玄米蛋白質含有率との間には2次回帰式で示される相関( $p<0.01$ )が認められた(図2)。成熟期窒素吸収量が高くなるに従い玄米蛋白質含有率が高くなるとともに、その増加率が高くなる傾向を示した。成熟期窒素吸収量が10 kg/10 a程度で玄米蛋白質含有率が7.2%となるため、成熟期窒素吸収量は10 kg/10 a以下が良いと考えられた。

以上のことから、成熟期最適窒素吸収量を9~10 kg/10 aと設定することで、暫定目標値である精玄米重480 kg/10 a、玄米蛋白質含有率7.2%以下を達成できると考えられた。

### 2 土壌からの窒素供給量に配慮した施肥

#### (1) 成熟期最適窒素吸収量と精玄米重及び玄米蛋白質含量

2018年の現地試験の結果、成熟期窒素吸収量が最適窒素吸収量の設定値(以下設定値)である9~10 kg/10 aに相当した5ほ場の精玄米重の最低-平均-最高値は425-454-481 kg/10 aであり暫定目標値より若干少なかったが、収量よりも食味を優先する主旨であるため許容範囲に納まるものと考えた。また、玄米蛋白質含有率の最低-平均-最高値は6.7-6.9-7.4%であり、常滑市坂井が7.4%であった以外は、暫定目標値と同等かやや低い傾向であった。成熟期窒素吸収量が設定値を下回ったほ場は4ほ場であったが、これらのうちで玄米蛋白質含有率が暫定目標値を超えたほ場は無かった。成熟期窒素吸収量が設定値を上回ったのは13ほ場であったが、このうちで玄米蛋白質含有率が暫定目標値を上回ったほ場は4割弱の5ほ場であった(表1、2)。

以上、成熟期最適窒素吸収量が最適窒素吸収量の設定値の範囲内に属するものでは、精玄米重が少なくなる傾向があるものの、良食味米の生産に関係する玄米蛋白質含有率は7.2%以下であり暫定目標値を達成できたこと、玄米蛋白質含有率の設定値を下回る場合には、玄米蛋白質含有率の暫定目標値を超えず、玄米蛋白質含有率の

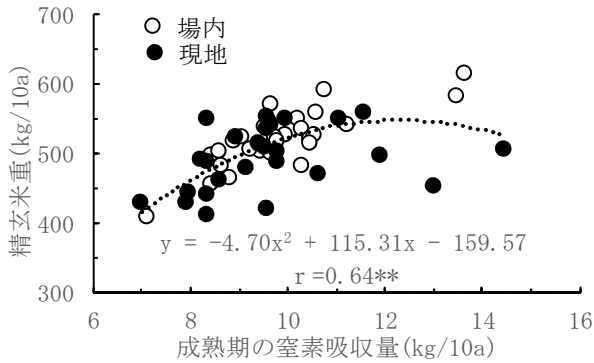


図1 成熟期窒素吸収量と精玄米重の関係(2017年)  
注) \*\*水準1%で有意

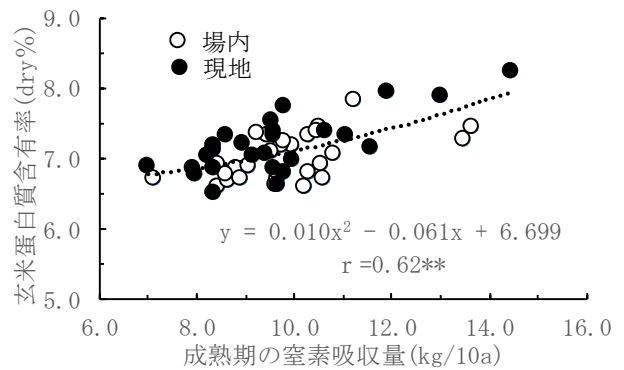


図2 成熟期窒素吸収量と玄米蛋白質含有率の関係(2017年)  
注) \*\*水準1%で有意

表1 実証試験ほ場の土壌及び窒素施肥量(2018年)

ほ場所在地	土壌	湛水保温静置培養窒素 mg/100g	全窒素 %	作土深 cm	移植日 月. 日	坪刈日 月. 日	土壌窒素 供給量 kg/10a	窒素施肥量		
								診断量 kg/10a	施用量 kg/10a	差 kg/10a
名古屋市港区	—	3.81	0.130	13.7	4.20	8.10	5.8	4.2	4.8	0.6
弥富市東末広①	中粗粒強グライ土	1.56	0.098	16.5	4.11	8.08	3.1	6.8	6.0	-0.8
弥富市東末広②	中粗粒強グライ土	1.84	0.083	14.0	4.11	8.08	3.1	7.7	7.2	-0.5
美浜町野間①	細粒強グライ土	2.10	0.120	13.1	4.19	8.08	3.8	6.7	6.0	-0.7
美浜町野間②	細粒強グライ土	3.05	0.164	13.1	4.20	8.08	5.3	4.6	6.0	1.4
常滑市坂井	細粒強グライ土	5.07	0.196	12.1	4.30	8.20	8.0	2.3	4.0	1.7
安城市里町	細粒黄色土	3.24	0.145	14.9	4.26	8.20	5.7	3.8	4.8	1.0
安城市新田町	細粒黄色土	3.65	0.116	13.6	4.26	8.20	5.6	4.8	4.8	0.0
安城市和泉町	細粒強グライ土	2.67	0.189	15.3	4.26	8.10	5.4	3.1	4.8	1.7
安城市桜井町	細粒黄色土	1.26	0.080	14.1	5.05	8.20	2.5	8.4	7.2	-1.2
安城市東端町①	細粒強グライ土	3.72	0.136	14.3	4.27	8.13	5.8	3.8	4.8	1.0
安城市東端町②	細粒強グライ土	3.39	0.130	12.6	4.27	8.13	5.4	5.3	4.8	-0.5
刈谷市半城土町①	細粒灰色台地土	4.32	0.154	16.1	4.28	8.20	7.0	1.4	3.6	2.2
刈谷市半城土町②	細粒灰色台地土	5.02	0.158	13.7	4.28	8.20	7.8	4.0	3.6	-0.4
西尾市鎌谷町	細粒黄色土	3.01	0.097	13.8	4.23	8.15	4.5	6.0	6.0	0.0
西尾市吉良町	中粗粒強グライ土	3.05	0.148	16.5	5.04	8.23	5.5	3.1	3.6	0.5
岡崎市安藤町①	中粗粒灰色低地土	1.88	0.081	17.1	4.20	8.15	3.1	6.7	6.0	-0.7
岡崎市安藤町②	中粗粒灰色低地土	2.18	0.087	20.2	4.20	8.15	3.5	5.0	4.8	-0.2
岡崎市山綱町①	中粗粒灰色低地土	2.66	0.119	17.5	4.21	8.15	4.3	4.1	3.6	-0.5
岡崎市山綱町②	中粗粒灰色低地土	3.69	0.128	16.8	4.21	8.15	5.4	2.7	3.6	0.9
豊田市福受町①	細粒黄色土	2.93	0.124	15.8	4.28	8.20	5.0	4.4	4.8	0.4
豊田市福受町②	細粒黄色土	2.57	0.127	15.7	4.28	8.20	4.7	4.8	4.8	0.0
最高		5.07	0.196	20.2	5.05	8.23	8.0	8.4	7.2	2.2
最低		1.26	0.080	12.1	4.11	8.08	2.5	1.4	3.6	-1.2
平均		3.03	0.128	15.0	4.30	8.15	5.0	4.7	5.0	0.3

注 土壌窒素供給量は水稻施肥プログラムで、各ほ場の生育期間(移植日-坪刈日)のアメダスメッシュデータを用いて計算した。作土深は10cm。

表2 現地実証試験結果(2018年)

ほ場所在地	出穂期 月. 日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	わら重 kg/10a	精玄米重 kg/10a	倒伏程度1)	玄米蛋白質含有率 %	千粒重 g	外観品質2)	窒素吸収量 (成熟期)
											kg/10a
名古屋市港区	7.15	83	21.8	361	633	392	0.0	6.5	21.2	5.3	8.1
弥富市東末広①	7.12	81	22.0	389	695	529	0.0	6.8	21.2	5.0	11.6
弥富市東末広②	7.12	79	21.9	382	625	481	0.0	7.0	21.3	5.5	9.3
美浜町野間①	7.13	87	21.8	502	800	596	0.0	6.6	21.3	5.3	12.2
美浜町野間②	7.13	82	20.3	417	723	463	0.0	7.0	21.6	5.0	10.0
常滑市坂井	7.22	82	22.6	336	697	467	0.4	7.4	21.8	4.5	9.2
安城市里町	7.19	92	21.6	431	764	523	0.5	7.2	21.4	4.8	12.1
安城市新田町	7.18	88	21.8	229	739	421	0.0	7.1	22.0	5.0	10.3
安城市和泉町	7.12	86	20.4	404	639	526	0.0	7.9	21.6	5.0	12.4
安城市桜井町	7.25	84	22.2	327	642	400	0.0	6.4	22.1	5.0	7.8
安城市東端町①	7.17	93	21.5	315	724	428	2.5	8.1	21.4	—	13.6
安城市東端町②	7.17	83	22.1	280	608	415	0.0	6.7	21.9	—	7.8
刈谷市半城土町①	7.22	85	21.3	368	835	423	1.3	7.0	22.2	5.3	10.9
刈谷市半城土町②	7.22	93	20.9	349	702	435	1.0	6.7	22.6	5.0	9.1
西尾市鎌谷町	7.16	89	22.6	365	673	570	0.5	7.4	22.1	5.0	11.8
西尾市吉良町	7.25	80	23.7	241	683	417	0.0	7.2	21.4	5.0	8.6
岡崎市安藤町①	7.17	89	21.5	462	804	551	1.5	7.5	21.1	5.3	13.0
岡崎市安藤町②	7.18	88	21.3	374	784	540	1.5	7.1	21.3	5.0	13.2
岡崎市山綱町①	7.17	85	21.1	381	730	577	0.5	6.8	22.0	4.8	12.0
岡崎市山綱町②	7.17	85	21.2	424	702	566	1.0	7.5	21.9	4.5	11.8
豊田市福受町①	7.22	89	22.4	294	756	403	0.0	6.8	22.6	5.0	10.2
豊田市福受町②	7.21	87	22.2	341	664	425	0.0	6.5	22.2	5.0	9.1
最高	7.25	93	23.7	502	835	596	2.5	8.1	22.6	5.5	13.6
最低	7.12	79	20.3	229	608	392	0.0	6.4	21.1	4.5	7.8
平均	7.18	86	21.7	362	710	479	0.5	7.1	21.7	5.0	10.6

注 1)倒伏程度0(無)~5(甚)の6段階 2)外観品質:5.0が1等上限、6.0が2等上限

表 3 施肥量が同じ現地実証試験ほ場の年次比較

ほ場所在地	成熟期窒素吸収量		精玄米重		玄米蛋白質含有率	
	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年
	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	%	%
弥富市東末広②	7.9	9.3	444	481	6.8	7.0
常滑市坂井	8.6	9.2	461	467	7.3	7.4

設定値を上回った場合でも玄米蛋白質含有率の暫定目標値を下回る場合が多いため、前年度に求めた成熟期最適窒素吸収量の設定値は妥当であると判断した。

なお、美浜町野間①、岡崎市安藤町②、岡崎市山綱町①では、成熟期窒素吸収量が12.0～13.0 kg/10 aと多くても玄米蛋白質含有率が暫定目標値を下回った。要因は成熟期の窒素吸収量の内でもらに含まれる窒素の割合が多いことと、精玄米重のボリュームが大きいために玄米中の窒素濃度が低下したことが推察される。高い収量性と低い玄米蛋白質含有率を両立できる参考事例であり、生育と窒素吸収の経過について更に研究が望まれる。

#### (2) 施肥診断を目安とした現地試験

2018年の現地実証試験では、精玄米重の平均値は479 kg/10 a、玄米蛋白質含有率が7.1%であり暫定目標値とほぼ一致した。また外観品質は全て1等相当であり、良食味米の生産を目指すには良い結果となった(表2)。

現地試験ほ場のうちで最も地力が高い(土壌窒素供給量計算値8.0 kg/10 a)常滑市坂井では実用施肥量は4.0 kg/10 aであり、次いで地力が高い刈谷市半城土町②での実用施肥量は3.6 kg/10 aであった。成熟期窒素吸収量は、常滑市坂井が9.2 kg/10 a、刈谷市半城土町②が9.1 kg/10 aであり、適正窒素吸収量を満たした。

常滑市坂井では、玄米蛋白質含有率、精玄米重とも暫定目標値どおりとなった。刈谷市半城土町②では稈長が長く成熟期に稈がなびいたが、穂数が少なく精玄米重が暫定目標値を下回り、玄米蛋白質含有率も低かった。

地力が低い(土壌窒素吸収量計算値3.1 kg/10 a)弥富市東末広町①、②で実用施肥量を6.0 kg/10 a、7.2 kg/10 aと増やした結果、成熟期窒素吸収量は11.3 kg/10 a、9.3 kg/10 aであり、玄米蛋白質含有率と精玄米重ともほぼ暫定目標値となった。しかし、同様に地力の低い安城市桜井町では、7.2 kg/10 aの施用量でも生育不足により籾数が少なく少収となった。

2017年と2018年の「なつきらり」の試験栽培ほ場が

同じで使用肥料と施肥量も同じである弥富市末広町②と常滑市坂井では、2018年の成熟期窒素吸収量が2017年より多かった(表3)。2018年は2017年より「なつきらり」の窒素利用率か土壌窒素供給量が高いことが推察される。年次間差について、さらに検討が必要と考えた。

以上のとおり、「なつきらり」の成熟期最適窒素吸収量を満たすには、土壌からの窒素吸収量を考慮した施肥が重要である。施肥、水管理、除草、病害虫の防除、乾燥調製などの基本技術の適正な実施と、栽培地の気象や風土などの諸条件が合わさって「なつきらり」の持つ食味ポテンシャルが十分に生きることを期待する。

**謝辞：**本研究を行うに当たり現地試験ほ場の設置及び調査を関係農林水産事務所農業改良普及課の作物担当者、関係各農業協同組合の担当者に、愛知県経済農業協同組合連合会米穀部農産販売課技術主管中嶋泰則氏を始め「愛知123号」ブランド化推進協議会の特A作業部会のメンバーには、試験の実施方法からとりまとめに至るまで貴重な助言を戴いた。ここに感謝の意を表す。

#### 引用文献

1. 伊藤 晃, 加藤 満, 杉浦和彦, 船生岳人, 野々山利博, 辻 孝子, 中嶋泰則, 中村 充, 加藤恭宏, 城田雅毅, 加藤裕司. 水稻高温耐性新品種「愛知123号」の育成. 愛知農総試研報. 47, 31-39(2015)
2. 松波寿典, 児玉 徹, 佐野広伸, 金 和裕. 美味しい米作りのための栽培学的アプローチ. 日本作物学会記事. 85(3), 231-240(2016)
3. 北村秀教, 関 稔, 今泉諒俊. 土壌窒素発現に基づいた水稻施肥プログラムの開発. 愛知農総試研報. 21, 47-61(1989)