

高温登熟性に優れる水稲早生品種‘清流のめぐみ’の育成

小椋正大・荒井輝博・神田秀仁*・佐藤秀人*・吉田健吾**・吉田一昭

Breeding of a New Rice Variety ‘Seiryu no Megumi’ with Tolerance to High Temperature during Maturation

Masahiro Ogura, Teruhiro Arai, Hidehito Kanda, Hideto Sato, Kengo Yoshida and Kazuaki Yoshida

要約：水稲新品種‘清流のめぐみ’は、早生で高温登熟性を有する縞葉枯病抵抗性の品種育成を目標に、早生で高温登熟性に優れる‘てんたかく’を母本に、早生で縞葉枯病抵抗性を有する岐系125号を父本とする組み合わせから得られた品種である。早植栽培での出穂期及び成熟期は‘コシヒカリ’と同等であり、縞葉枯病抵抗性と耐倒伏性、そして高温登熟性を有し、玄米の外観品質が優れる。耐冷性は‘やや強’のため、県内平地だけでなく中山間地域においても栽培可能である。

キーワード：水稲新品種、清流のめぐみ、縞葉枯病抵抗性、高温登熟性、耐倒伏性

緒言

2000年代頃より水稲の登熟期における高温が影響して発生する白未熟粒が大きな問題となっている。白未熟粒は、登熟期間の高温が茎葉での同化産物供給能力（ソース）と子実での同化産物受容能力（シンク）を低下させ、胚乳細胞の肥大過程でデンプン粒の発達が不完全になり、胚乳内デンプンに間隙を生じさせ、粒内を通過する光を乱反射させ、胚乳部分が白濁して見えることで発生している。なお、‘白未熟粒’は総称であり、デンプンの蓄積異常が起こる時期、すなわち粒内の白濁部位が異なることで、乳白粒、心白粒、腹白粒、背白粒、基部未熟（基白）等と呼ばれる（森田 2009）。

岐阜県平地地域の白未熟問題は、‘コシヒカリ’を代表とする早生品種において最も顕著であり、2018年からの5か年の一等米比率平均値が59.5%と低い。

更に、‘コシヒカリ’をはじめとする長稈の倒伏し易い品種では、登熟期の降雨や台風の影響によって倒伏すると、それに伴う登熟不良も加わって玄米外観品質を低下させている。

また、今回報告する品種の育成を開始した2009年当時は、県平地地域を中心にヒメトビウンカが媒介するウイルス病の縞葉枯病が多発しており、その低減対策として、栽培的には農薬によるヒメトビウンカの防除法があるものの、品種的にはイ

ンド型品種‘Modan’由来の縞葉枯病抵抗性遺伝子 Stvb-i の導入が最も有効と考え（桜井ら 1964）、育種目標に加えた。本県の縞葉枯病抵抗性品種の導入状況は、晩生品種には‘ハツシモ’に Stvb-i を導入して開発した‘ハツシモ岐阜 SL’（荒井ら 2011）、中生品種には‘ほしじるし’、‘あさひの夢’、‘モチミノリ’が奨励品種に採用されており、残るは早生品種のみとなっていた。

そこで高温登熟性、耐倒伏性そして縞葉枯病抵抗性を有する新品種育成を進めた結果、‘清流のめぐみ’を開発したので、本稿はその育成経過と特性を報告する。

材料及び方法

1. 育成経過

1) 組み合わせ

‘清流のめぐみ’の系譜を図1に示す。母本には富山県が育成した高温登熟性と耐倒伏性を有する早生品種‘てんたかく’を、父本には当センター育成した縞葉枯病抵抗性を有する早生系統の岐系125号を用い、2009年に交配した。

2) 育成経過

2010年にF1養成を行い、2010年から2011年までの間、世代促進温室においてF2世代からF4世代まで集団養成し、2011年にF5世代を獲得した。

高温登熟性に優れる水稲早生品種‘清流のめぐみ’の育成

2012年にはF5世代約2000株を本田に展開し、出穂期が早生で草型が優れる46個体を選抜した。

2013年のF6世代以降は、系統育種法により系統選抜と遺伝的固定を図った。系統選抜にあたっては、白未熟粒が少ない玄米の外観品質が優れる点に着目して選抜を行ない、2015年のF8世代には優良であった系統にGP316と系統番号を付与した。

2015年から2016年まで生産力検定を実施したところ、収量性、外観品質、食味値が良好であったことから生産力検定を終了し、岐系207号の地方番号を付与し、2017年から(2022年まで)の奨励品種決定調査に供試した。

また、2016年から2021年まで高温登熟性、耐冷性、いもち病抵抗性、縞葉枯病抵抗性そして穂発芽耐性についての特性検定に供試して、品種特性を確認した。

2019年には岐阜県内の実需者が当該系統を有望視したため、2021年12月に‘清流のめぐみ’を候補名として品種登録の出願申請を行い、2022年5月6日に出願公表された(出願番号35902号)。

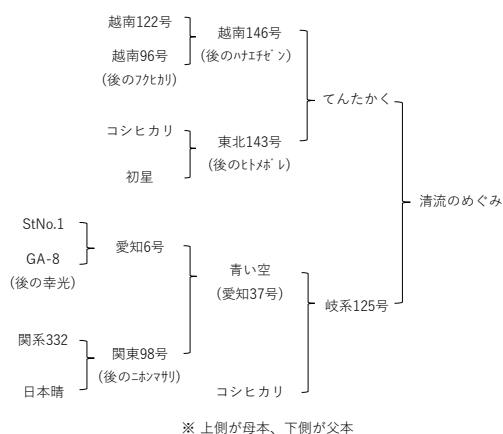


図1 '清流のめぐみ'の系譜

2. 試験方法

1) 個体選抜および系統選抜 (2012~2014)

施肥は基肥窒素 6kg/10a と穂肥窒素 4kg/10a の分施肥体系とし、1本植え・無防除で栽培した。

2) 生産力検定 (2015~2016)

施肥は基肥窒素 4kg/10a と穂肥窒素 4kg/10a の分施肥体系とし、4本植え、本田防除を行い、5月10日植の早植で栽培した。

3) 奨励品種決定調査 (2017~2022)

播種は乾籾を1箱当たり150g(乾籾換算)とし、移植は機械移植で行った。施肥は標肥区(基肥窒素 4kg/10a と穂肥窒素 4kg/10a の分施肥体系)と多肥区(基肥窒素 6kg/10a と穂肥窒素 4kg/10a の分施肥体系)の2水準を設置し、4~5本植え、本田防除を行い、5月10日植の早植と6月10日植の普通期の2作期で実施した。

調査項目は出穂期、成熟期、生育期間中の病害及び障害程度、成熟期の稈長、穂長、穂数、1穂着粒数、玄米収量、千粒重、玄米外観品質、玄米形状、粒厚比率とした。

また、1穂着粒数及び着粒密度は圃場で5株採取し、株中の穂数、穂長、株中のすべての籾数から算出した。なお、玄米形状は1.85mm篩上の20粒について粒の長さ幅を計測した。

粒厚比率は篩がけをしていない玄米100gを2.2~1.7mmの篩目で篩掛けし、篩上に残った玄米の重量から算出した。

4) 特性検定(2016~2021)

高温登熟性については2021年に宮崎県(総合農業試験場)に、耐冷性については2016年に宮城県(古川農業試験場)と2020年に岐阜県中山間農業研究所に、葉いもち抵抗性については2021年に愛知県(農業総合試験場)にそれぞれ依頼して評価を受けた。

縞葉枯病抵抗性については2015年にDNAマーカーを用いた縞葉枯病抵抗性遺伝子 *stvb-i* の有無を調査し評価した。これは、2014年頃からヒメトビウンカのイネ縞葉枯病ウイルス保毒虫率が低下して圃場での縞葉枯病抵抗性の検定が困難となっていたことに起因している。

穂発芽性については、2020年に実施し、成熟期に各品種、系統の試験区ごとに3穂採取し、5°Cで保存し、1晩吸水させた後28°C湿度100%の恒温槽に5日間置床し、発芽率を基準品種と比較して達観調査により評価した。

なお、各特性の階級表記は、品種登録に使用する審査基準(地域は温暖地東部)に基づいている。

5)食味関連形質

食味関連形質は食味計（静岡製機株式会社製 BR-5000）を用いてタンパク質含量，食味スコアを調査した。

また，株式会社サタケが提供している‘コメドックごはん’を利用して炊飯特性を評価した。

試験結果（品種特性）

1. 生態的及び形態的特性

1)早晩性（出穂期，成熟期）

出穂期は‘あきたこまち’より7～9日遅く，‘コシヒカリ’並から1日遅い。

成熟期は‘あきたこまち’より5～7日遅く，‘コシヒカリ’より2日遅い。

岐阜県平坦部の熟期区分では‘早生’に分類される（表1）。

2)草型

稈長は‘コシヒカリ’より3cm程度短く，‘あきたこまち’より10～12cm長く‘長’である。

耐倒伏性は，稈長が‘コシヒカリ’並に長いものの，多肥栽培でも発生せず，‘やや強’である（表1，図2及び図3）。

穂長は22.5cm程度で，‘コシヒカリ’や‘あきたこまち’より1cm程度長く，着粒密度は‘コシヒカリ’と同様に‘中’である（表2）。

穂数は‘コシヒカリ’より少ないが，‘あきたこまち’より10～30本/m²程度多い‘中’である。

草型はコシヒカリと同様に‘中間型’である（図2）。

2. 収量性

収量性は‘コシヒカリ’並～やや多収であり，‘あきたこまち’より多収である（表1）。

3. 玄米の形態，品質

玄米千粒重は‘コシヒカリ’並であり（表1），玄米の形状は，粒長は‘コシヒカリ’より0.2mm短く，粒幅も0.1mm短く，やや小粒である（表3）。

粒厚分布は2.0～2.1mm及び2.1～2.2mmの割合が多い（表4）。

整粒率は‘コシヒカリ’より8～18%程度高く，外観品質が優れる（表1）。

4. 食味関連形質

玄米中のタンパク質含量が6.7～7.7%と‘コシヒカリ’よりも低く，食味スコアも77.1～80.3と‘コシヒカリ’よりも優れる（表1）。

「コメドックごはん」による炊飯評価における外観評価は‘やや良い’，硬さ評価は‘普通’，粘り評価は‘強い’とされ，総合的な評価も‘やや良い’とされた（表5）。

5. 耐病性，障害抵抗性

高温登熟性は宮崎県の実験において，‘強’と判定されており，‘コシヒカリ’よりも優れる（表6）。

いもち病に対しては，愛知県の実験において，‘コシヒカリ’並の‘弱’と評価された（表7）。

耐冷性に関しては，宮城県と中山間農業研究所の実験において‘コシヒカリ’の‘強’には及ばないものの‘やや強’と評価された（表8，表9）。

縞葉枯病に対しては，生産力検定並びに奨励品種決定調査への供試期間中に圃場での縞葉枯病の発生が見られず圃場検定が実施できなかったが，DNAマーカーを用いた検定により縞葉枯病抵抗遺伝子Stvb-iが検出されたため‘抵抗性’である（図4）。

穂発芽性は‘コシヒカリ’と同程度の‘難’であった（図5）。

高温登熟性に優れる水稲早生品種'清流のめぐみ'の育成

表1 奨励品種決定調査成績 (2019~2022年 4か年平均値)

品種系統名	作期	施肥水準	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	玄米収量 (kg/a)	同左収量比率 (%)	千粒重 (g)	整粒率 (%)	玄米達観品質 (1~9) *1	障害・病虫害の程度 (0~5) *2				食味計	
													倒伏	葉いもち	穂もち	縞葉枯病	タンパク質含量 (%)	スコア
(対照) コシヒカリ		標	7.27	8.27	87.1	21.1	293	46.2	100	22.5	47.1	5.6	1.1	0.1	0.0	0.0	7.4	76.5
		多	7.27	8.27	87.5	20.6	279	49.9	108	22.5	49.8	6.2	1.2	0.0	0.0	0.0	7.3	77.0
(比較) あきたこまち	早植	標	7.21	8.22	74.1	20.7	247	38.1	82	23.2	55.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	76.5
		多	7.18	8.24	70.2	20.9	239	40.2	87	24.0	72.0	3.5	1.2	0.0	0.0	0.0	7.3	77.0
清流のめぐみ		標	7.28	8.29	84.3	22.5	260	48.0	104	22.3	55.6	4.1	0.0	0.1	0.0	0.0	7.0	80.3
		多	7.27	8.29	83.0	22.1	260	49.0	106	22.4	68.1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	79.3
(対照) コシヒカリ		標	8.11	9.14	93.0	20.4	292	45.9	100	23.8	68.6	4.2	2.5	0.3	0.3	0.0	8.1	70.0
		多	8.10	9.15	94.6	20.1	310	48.2	105	23.6	65.5	4.0	3.0	0.3	0.5	0.0	8.2	70.5
(比較) あきたこまち	普通期	標	8.06	9.08	80.0	20.1	258	46.1	100	24.4	72.5	3.0	0.0	0.3	0.0	0.0	7.8	76.5
		多	8.07	9.10	77.5	20.0	240	41.2	90	24.2	68.4	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	73.5
清流のめぐみ		標	8.12	9.15	90.5	22.5	298	52.0	113	22.9	70.6	3.3	0.0	0.4	0.4	0.0	7.7	77.1
		多	8.12	9.16	92.7	20.7	293	45.6	99	23.0	70.3	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	77.3

*1: 1=上上~9=下下

*2: 0=無、1=微、2=少、3=中、4=多、5=甚



図2 草姿の比較



図3 倒伏性の比較

表2 着粒密度

	穂長 (cm)	穂数 (本/株)	全もみ数 (粒)	1穂着粒数 (粒/穂)	着粒密度 (粒/cm)	判定
コシヒカリ	21.1	17	2149	123	5.8	中
あきたこまち	20.7	18	1571	87	4.2	中
清流のめぐみ	22.5	17	2289	133	6.0	中

表3 玄米の形状

品種	粒長 (mm)	粒幅 (mm)
コシヒカリ	5.32	2.87
あきたこまち	5.08	2.86
清流のめぐみ	5.11	2.78

表4 粒厚分布

品種	>1.85mm (%)	1.85-1.9 (%)	1.9-2.0 (%)	2.0-2.1 (%)	2.1-2.2 (%)	2.2< (%)
コシヒカリ	3.2	3.0	20.5	41.9	26.7	4.9
清流のめぐみ	5.2	1.6	9.1	34.9	39.1	10.2

表5 炊飯評価

年度	鑑定値	外観評価	硬さ評価	粘り評価
2020	75	7.1	4.7	8.7
	85	8.7	5.1	8.9
2021	79	7.9	5.0	8.8
	72	6.9	6.3	8.7
平均	77.8	7.7	5.3	8.8
評価	やや良い	やや良い	普通	強い

鑑定値：50～100点で点数が高いほど食味が良い

硬さ評価：3.0～8.0点で点数が低い程柔らかく、高いほど硬い

粘り評価：5.0～10.0点で点数が低いほど粘りが弱く、高いほど強い

表6 高温耐性検定（宮崎県）

品種系統名	指標標準	出穂期	測定結果(粒)*							判定値	判定**
			整粒	背基白	乳白	心白	腹白	その他	未熟		
岐系207号 (清流のめぐみ)		7/21	146	12	0	2	1	40	0	6.0	強
コシヒカリ	中	7/21								24.8	中

*判定値は成熟期に3株収穫し、籾摺後玄米200粒を目視により整粒と障害粒に分類する

**判定値は、障害粒（背白+基白）/（全糈-未熟粒）×100の計算式により算出し、

「強」0.0～12.0、「やや強」12.0～21.0、「中」21.0～45.0、「やや弱」45.0～65.0、「弱」65.0～100.0の5段階で判定する

表7 葉いもち検定（愛知県）

品種名	発病程度*					判定
	調査日 8月12日	8月17日	8月21日	8月26日	9月8日	
岐系207号 (清流のめぐみ)	3.5	4.5	5.5	6.0	6.5	弱
コシヒカリ	3.0	4.5	5.5	6.0	6.5	弱

*：発病程度：0～10の11段階評価

表8 耐冷性検定（宮城県）

系統名 または 品種名	出穂期	稈長	不稔歩合	耐冷性 程度
	(月日)	(cm)	(%)	
GP316 (清流のめぐみ)	8/23	83.0	38.2	6
あきたこまち	8/7	80.0	45.5	(5)
コシヒカリ	8/23	90.3	29.1	(7)

水温19℃で循環灌漑を行い、出穂期、稈長、不稔歩合を調査し、基準品種（表では「あきたこまち」）と比較して耐冷性を評価

高温登熟性に優れた水稲早生品種‘清流のめぐみ’の育成

表9 耐冷性検定（岐阜県中山間農業研究所）

系統名 及び 品種名	出穂期	不稔程度			判定
		水口	中央	水尻	
岐系207号 (清流のめぐみ)	8月15日	0.8	0.3	0.2	やや強
コシヒカリ	8月13日	0.6	0.2	0.2	極強

不稔程度:水口、中央、水尻の3か所について3株の不稔度を0~1の間で遠観で評価

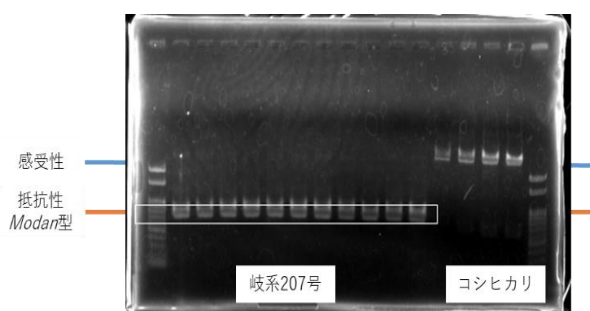


図4 DNA マーカーによる検定



図5 穂発芽検定



図6 ‘清流のめぐみ’の袋デザイン

栽培上の効果と留意点

本県の早生品種の出穂時期にあたる7月第6半旬～8月第2半旬の日平均気温の平年値は28.5～28.8℃（岐阜アメダス）であり、白未熟粒の発生が増加するとされる27℃を上回る。この傾向は今後も継続すると考えられるため、従来の早生品種では高温による品質低下は免れない。‘清流のめぐみ’は、高温登熟性検定の結果、‘強’と判定されたことから、早生熟期においても高い整粒率を確保でき、安定した良品質米の生産が可能となると考えられる。

また、耐倒伏性に優れるため、同熟期の‘コシヒカリ’が倒伏する状況においても倒伏程度は極めて軽く、多肥栽培でも倒伏しない。

DNA マーカーを用いた検定により縞葉枯病抵抗遺伝子 *Stvb-i* が検出され、縞葉枯病抵抗性を有することから、育種目標の一つである県内で作付けされる早生から晩生品種までのすべての熟期で縞葉枯病抵抗性品種を導入でき、縞葉枯病の被害軽減に寄与できると考えられる。

‘清流のめぐみ’は熟期特性から県内平坦地域の早生品種として栽培に適応すると判断される。

また、耐冷性が‘やや強’のため、中山間地域での栽培も見込める。

ただし、本品種は耐倒伏性が優れ、多肥栽培でも倒伏しないが、葉いもち抵抗性が‘弱’であるため、いもち病を誘発するような過剰な窒素施肥は避け、適切な防除を実施する。

普及性

‘清流のめぐみ’は県内の米卸が有望視した品種であり、当該卸の販売ルートを利用した流通となる。生産面も当該卸と取引がある生産者を中心に生産を委託し、当該卸が全量買い取り、流通販売するという流れで展開している。

生産拡大については、2019年に現地実証を実施した生産者からの口コミで、その生産者が当時顧問を務める岐阜県稲作経営者会議青年部の会員を中心に作付け希望が増加した結果、2020年には岐阜県稲作経営者会議青年部、岐阜県農業会議、県内米卸企業、岐阜県が参画した‘オーダーメイド型米産地づくり研究会’が発足した。研究会は‘清流のめぐみ’の生産から流通販売に関する情報の情報交換の場として活用されている。なお、品種候補名‘清流のめぐみ’についても研究会で協議・選考されており、2022年の一般販売の開始

にあたっては米袋のデザインも県内の農業高校に公募し、研究会で検討して選定された（図6）。

これまでの農業協同組合を通じた系統流通とは違い、精力的に取り組まれていなかった商系ルートの販売促進活動が期待できると考えられる。

謝辞

‘清流のめぐみ’の育成にあたっては、株式会社ギフライス、岐阜県稲作経営者会議青年部の生産者並びにその事務局である岐阜県農業会議、農林事務所農業普及課、農政課、農産園芸課の担当者の方々に多大なご協力を賜りましたことを感謝いたします。

引用文献

- 1) 森田敏. 水稻高温登熟障害の生理生態学的解析. 九州沖縄農業研究センター報告. No. 52, 1-78(2009)
- 2) 桜井義郎, 江塚昭典. イネ縞葉枯病抵抗性の品種間差の幼苗検定法 (第2報). 中国農業試験場報告. No. 10, 51-70(1964)
- 3) 荒井輝博, 山田隆史, 吉田一昭. 稲縞葉枯病抵抗性同質遺伝子系統「ハツシモ岐阜 SL」の育成と栽培法について. 岐阜県農業技術センター研究報告. No. 11, 1-6(2011)

Abstract

The new paddy rice cultivar, 'Seiryu no Megumi,' was cultivated by combining the mother plant, 'Tentakaku,' which has an early ripening period and is excellent in terms of high-temperature ripening, with the mother plant Girei 125, which has an early ripening period and stripe blight resistance, with the goal of breeding an early ripening, high temperature-ripening, stripe blight-resistant variety. It has the same ear emergence and ripening dates as 'Koshihikari' when planted early, resistance of rice stripe, high-temperature ripening, and excellent appearance quality in regard to brown rice. It has a slightly high cold tolerance, so it can be cultivated not only in flat areas in a prefecture, but also in hilly and more mountainous areas.

Key Words

Seiryu no Megumi, Tolerance to High Temperature, Tolerance to Lodging, Resistance of Rice Stripe