

## 温暖地向け硬質小麦新品種「タマイズミ」の育成

藤田雅也・乙部(桐淵)千雅子・吉岡藤治・松中 仁・柳澤貴司<sup>\*1</sup>・吉田 久  
山口勲夫<sup>\*2</sup>・牛山智彦<sup>\*3</sup>・長嶺 敬<sup>\*4</sup>・瀬古秀文<sup>\*5</sup>・天野洋一<sup>\*6</sup>・小田俊介<sup>\*7</sup>

### 抄 録

1. 「タマイズミ」は早生良質の「関係W364」を母に、白粒の「関係W361」を父として、人工交配を行い(関交1455)、以後、F<sub>2</sub>世代でトウモロコシ法による半数体育種法を適用して育種年限の短縮を図り、育成した品種である。
2. 育成地では、「農林61号」と比較して、次のような特徴がある。
  - 1) 播性程度は ~ で、出穂期で1日、成熟期で3日程度早生で、有芒褐ふの小麦品種である。
  - 2) 稈長はやや短く、穂長はやや長く、穂数はやや少ない。耐倒伏性はやや優れる。
  - 3) 粒の形は中、粒大はやや大で、粒の色は黄で、粒質は硝子質である。
  - 4) 千粒重と容積重はやや大きく、収量性はやや少なく、見かけの品質はやや優れる。
  - 5) 縞萎縮病にやや強く、赤かび病には同程度、赤さび病とうどんこ病には弱い。穂発芽性は、やや劣り、やや難である。
  - 6) 製粉歩留が高く、ミリングスコアはやや高い。60%粉の灰分が多く、60%粉の色はやや劣る。
  - 7) 原麦及び60%粉の蛋白質含量が高く、しょう油や中華めん用に適する。
3. 栽培適地は温暖地の平坦地である。三重県では、実需者からしょう油用として適性があると評価され、「農林61号」より熟期の早い「タマイズミ」を導入することで、県産麦の作期分散等にも寄与することができると考えられるため、2003年に推奨品種に採用された。また、栃木県、岐阜県でも、蛋白質含量が高い硬質小麦として注目され奨励品種等に採用された。

**キーワード：**小麦、硬質、高蛋白質、高製粉歩留、白粒、新品種

平成15年7月18日受付 平成15年12月3日受理

\*1 現 近畿中国四国農業研究センター

\*2 現 下妻市在住

\*3 現 長野県農事試験場

\*4 現 栃木県農業試験場

\*5 現 国際協力機構

\*6 現 北海道立中央農業試験場

\*7 現 九州沖縄農業研究センター

## Abstract

The hard white wheat cultivar “Tamaizumi” bred by the doubled haploid method at the National Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki, Japan, was selected from a cross between “Kankei W364” and “Kankei W361” made in 1989.

“Tamaizumi” is an awned, brown-glumed winter wheat cultivar with hard white seeds. Compared to “Norin 61”, the leading cultivar in central and southwestern Japan, “Tamaizumi” is usually 10 cm shorter, has superior lodging resistance, and normally matures 3 days earlier. Milling characteristics are better than those of “Norin 61” and the protein content is higher. “Tamaizumi” is suitable as an ingredient of soy-source and Chinese yellow alkaline noodles.

“Tamaizumi” is adapted to flat areas of Kanto and Tokai in Japan. It was registered as “Wheat Norin 155” by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan, then released as a recommended variety in Mie, Tochigi, and Gifu Prefectures.

Key Words: hard wheat, high protein, high milling score, white seed, new cultivar

## 緒 言

1999年7月に、「食料・農業・農村基本法」が制定され、「同基本計画」では自給率向上をめざした麦・大豆振興が位置づけられた。また産地では、麦類の民間流通への移行を踏まえて、「売れる麦づくり」への取り組みが高まっている。試験研究機関においても、麦新品種緊急開発プロジェクト（技術会議事務局 2002）などが実行され、主に品質の改良に重点をおいて品種育成が進められた。その結果、ここ数年、高品質の麦類新品種が続々と育成されている（藤田 2001）。

日本で作られている小麦品種の多くは、蛋白質含量が中庸で主にうどん用に用いられており、こうした状況の中で作物研究所では「関東107号」から低アミロース性を導入することで、めんの食感が優れた「あやひかり」（吉田ら 2001）及び「きぬあずま」（吉田ら 2001）を育成し、普及が始まっている。

しかし、近年栽培面積が増えてくるに伴って、需要拡大のため、うどん用だけでなく、しょう

油や中華めん、パンなどにも使える蛋白質含量の高い硬質小麦品種も要望されるようになってきた。そこで、作物研究所でも硬質小麦について品種育成を進め、その第一歩として、しょう油や中華めんに使える温暖地向け硬質小麦品種「タマイズミ」を育成した。「タマイズミ」は、2002年に小麦農林155号として命名登録され、三重県のほか、栃木県、岐阜県で奨励品種等に採用された。本品種の育成経過と主要特性、普及見込みについて報告する。

なお、本品種の育成にあたり、特性検定試験、系統適応性検定試験、奨励品種決定調査、栽培試験で関係各県、三重県内の現地試験では担当の普及センター等の関係各位にご協力頂いた。実需者の方々には、うどんのほか、しょう油や中華めんについても品質評価を頂いた。また、育成を進める上で、中央農業総合研究センター企画調整部業務科職員が、圃場管理及び製粉・製めん作業に従事した。これらの方々、深甚の謝意を表す。

## 育種目標及び育成経過

### 1 育種目標

「タマイズミ」の系譜を図1に示す。「タマイズミ」は、1989年度（1990年4月）農業研究センターにおいて、早生・良質・白粒系統の育成を育種目標にして、早生良質の「関係W364」を母、白粒の「関係W361」を父として

（表1）人工交配を行い（関交1455）、1991年度にF<sub>2</sub>世代でトウモロコシ法による半数体育種法を適用して育種年限の短縮を図り、1992年度に穂別系統（DH<sub>2</sub>）として圃場に植え、以後生産力や特性の検定を行い、育成を図ったものである。

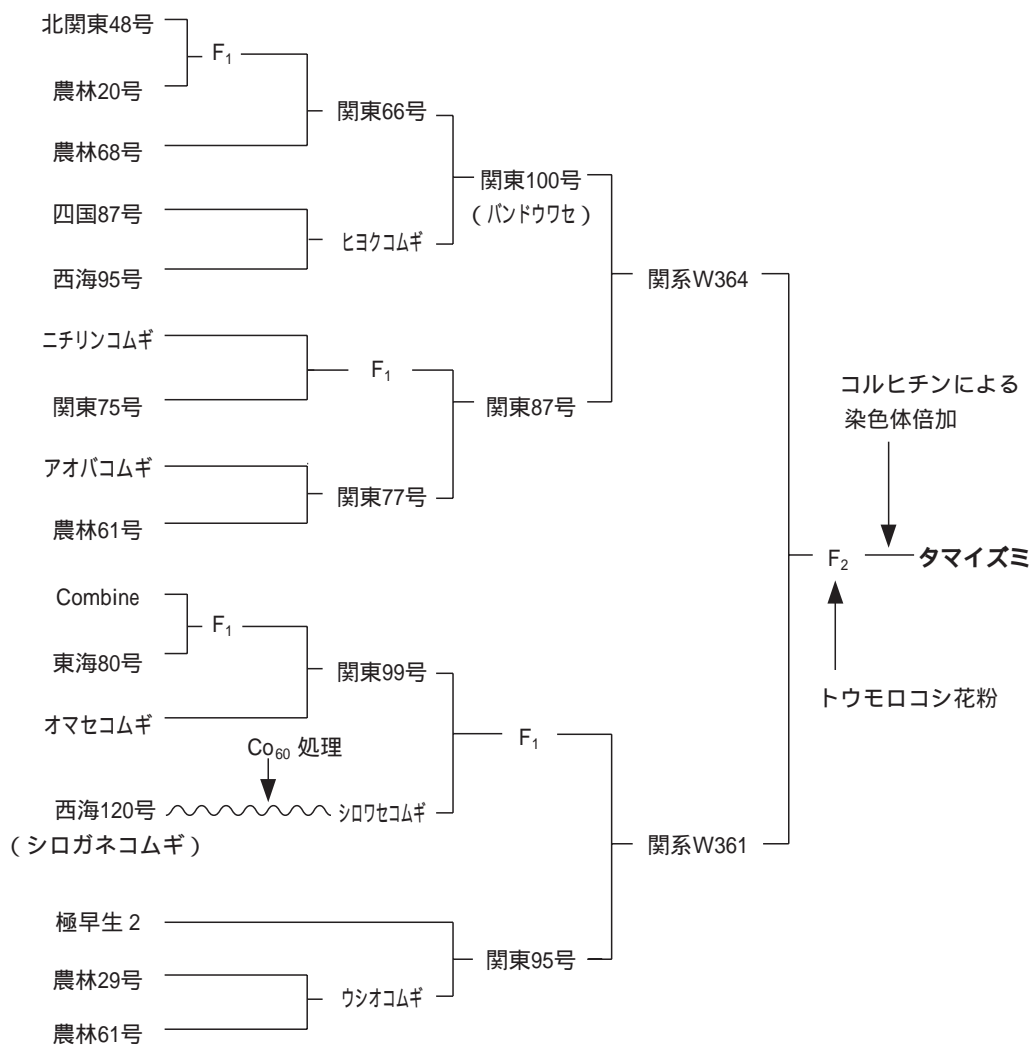


図1 タマイズミの系譜

表1 両親の特性

系統名	叢性	株の開閉	成熟期	稈長	穂長	耐倒伏性	播性	穂型	赤さび病抵抗性	うどんこ病抵抗性	縞萎縮病抵抗性	穂発芽性	粒の色
関係W364(母)	中	中	やや早	やや短	中	やや強		紡錘状	やや弱	やや弱	強	やや難	褐
関係W361(父)	やや直立	中	中	やや短	やや長	やや強		紡錘状	弱	弱	やや強	中	黄
タマイズミ	中	中	やや早	中	やや長	中	~	紡錘状	弱	弱	やや強	やや難	黄

## 2 育成経過

選抜経過及び育成系統図は表2及び図2に示した。各世代の概要は次のとおりである。

交配：関係364 / 関係361の組合せで2穂の人工交配を行い、13粒を得た。

F<sub>1</sub>世代：13個体を栽植し、F<sub>1</sub>世代を養成した。

F<sub>2</sub>～DH<sub>1</sub>世代：F<sub>2</sub>約100個体を使って、温室においてトウモロコシ法による半数体育種法を適用し、94個体の倍加半数体を得た。

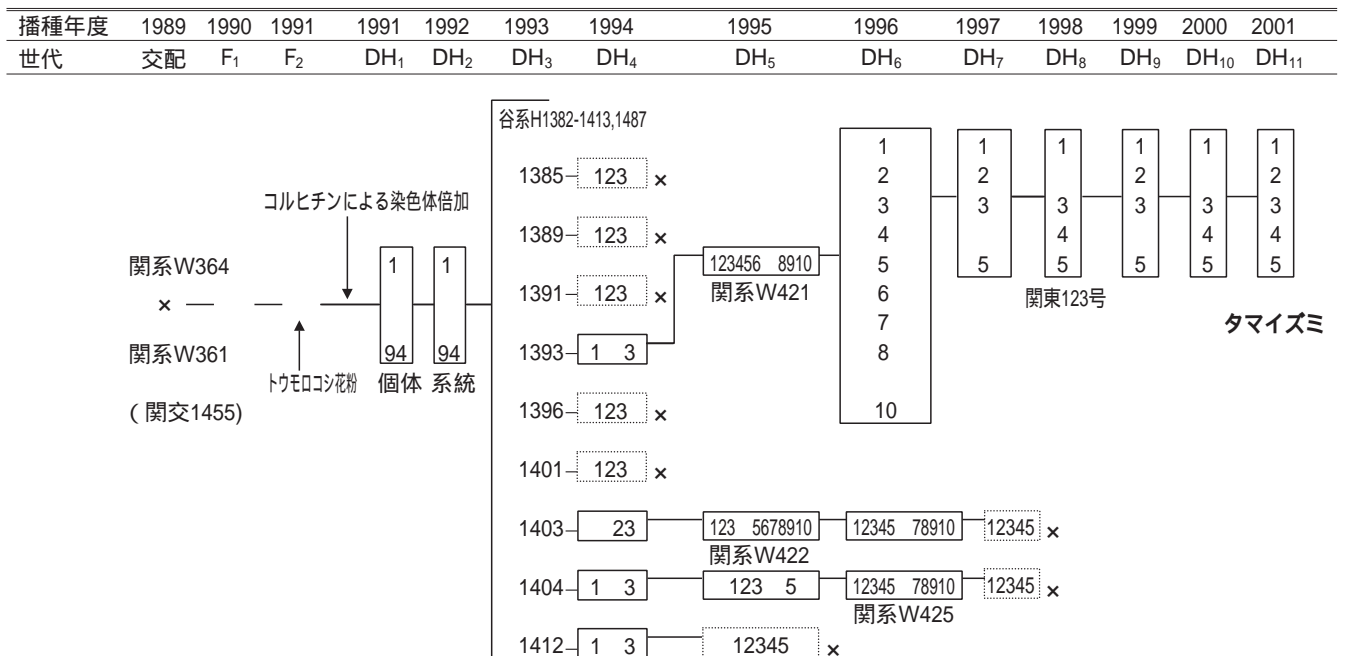
DH<sub>2</sub>～DH<sub>3</sub>世代：系統養成し、育種目標にそつた系統の選抜を行った。

表2 選抜経過

播種年度	1989	1990	1991	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
世代	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	DH <sub>1</sub>	DH <sub>2</sub>	DH <sub>3</sub>	DH <sub>4</sub>	DH <sub>5</sub>	DH <sub>6</sub>	DH <sub>7</sub>	DH <sub>8</sub>	DH <sub>9</sub>	DH <sub>10</sub>	DH <sub>11</sub>
供試	系統群数 系統数 2穂 13粒	F <sub>1</sub>	約 100 個体		94	33	27	9	4	3	3	1	1	1
選抜	系統群数 系統数 個体数	13 個体	94 個体		33	9	4	3	3	1	1	1	1	1
生産力検定試験	予備試験													
	本試験							標準栽培	標準栽培	標準栽培	標準栽培	標準栽培	標準栽培	標準栽培
								ドリル栽培 (標肥)	ドリル栽培 (標肥)	ドリル栽培 (標肥)	ドリル栽培 (標肥)	ドリル栽培 (標肥)	ドリル栽培 (標肥)	ドリル栽培 (標肥)
								標準栽培 (水田)	標準栽培 (水田)	標準栽培 (水田)	標準栽培 (水田)	標準栽培 (水田)	標準栽培 (水田)	標準栽培 (水田)
特性検定試験							2	6	6	4	6	6	6	6
系統適応性検定試験								5	5	4				
奨励品種決定調査											8	13	12	19
備考				倍加処理										
				谷系H1393				関係W421						関東123号
				谷系H1403				関係W422						
				谷系H1404				関係W425						
			関交1455											

注) 特性検定試験の欄の数字は試験実施数を示す。  
系統適応性試験、奨励品種決定調査の欄の数字は試験実施県数を示す。

図2 育成系統図



DH<sub>4</sub>～DH<sub>7</sub>世代：生産力検定予備試験及び特性検定試験（縞萎縮病及び穂発芽耐性）の結果、白粒であり、高蛋白質、硬質であることが注目された「谷系H1393」に「関係W421」の系統名を、また白粒ではないが早生系統として注目された2系統に「関係W422,W425」の系統名を付して、系統適応性検定試験及び特性検定試験に供試した。

DH<sub>8</sub>～DH<sub>11</sub>世代：系統適応性検定試験及び特性検定試験の成績が良好であった「関係W421」に「関東123号」の地方系統番号名を付して、東北南部以西の各県農業試験場における奨励品

種決定調査の供試系統として配付した。その中で栽培特性とともに、加工適性など地域適応性を検討してきた。奨励品種決定調査では、多くの県で硬質系統であるがやや低収との概評であった。その中で、三重県では高蛋白質という形質が注目され、推奨品種として採用されて、平成14年9月に小麦農林155号として命名登録された。また、温暖地に適した高蛋白質含量の硬質小麦として注目され、栃木県で認定品種として、岐阜県で奨励品種として採用され、普及が始まった。

## 特性概要

種苗特性分類調査報告書（平成10年3月）の基準による形態的特性及び生態的特性・品質特性の概要を表3に示す。その特性概要は次のとおりである。

### 1 形態的特性

叢性は“中”で、株の開閉は“中”である。稈長は“中”で、「農林61号」より短稈である。稈は“やや太”で、“やや剛”である。葉色は

“やや濃”で、葉身の下垂度は“中”である。穂型は“紡錘状”、穂長は“やや長”で、粒着の粗密は“やや疎”である。ふの色は“褐”である。芒の有無・多少、芒長ともに“中”である。

粒の形は“中”、粒の大小は“やや大”で、粒の色は“黄”である。千粒重は“やや大”で、容積重は“やや大”である。原麦粒の見かけの品質は“中の上”である。

表3 特性一覧

形質番号	形質	タマイズミ 階級(状態・区分)	農林61号 階級(状態・区分)	バンドウワセ 階級(状態・区分)
1 - 1	叢性	5(中)	4(やや直立)	5(中)
1 - 2	株の開閉	5(中)	5(中)	4(やや閉)
1 - 3	鞘葉の色	1(無)	1(無)	1(無)
2 - 4	稈長	5(中)	6(やや長)	4(やや短)
2 - 5	稈の細太	6(やや太)	5(中)	5(中)
2 - 6	稈の剛柔	6(やや剛)	5(中)	6(やや剛)
2 - 7	稈のワックスの多少	3(少)	3(少)	3(少)
3 - 8	葉色	6(やや濃)	5(中)	5(中)
3 - 9	葉鞘のワックスの多少	3(少)	3(少)	3(少)
3 - 10	葉鞘の毛の有無・多少	1(無～極少)	1(無～極少)	1(無～極少)
3 - 11	葉身の下垂度	5(中)	5(中)	5(中)
3 - 12	フレッケンの有無・多少	1(無～極少)	3(少)	3(少)

注) 種苗特性分類調査報告書（平成10年3月）の基準による。

表3 特性一覧(つづき)

形質番号	形質	タマイズミ 階級(状態・区分)	農林61号 階級(状態・区分)	バンドウワセ 階級(状態・区分)
4 - 13	穂型	2(紡錘状)	2(紡錘状)	2(紡錘状)
4 - 14	穂長	6(やや長)	5(中)	5(中)
4 - 15	粒着の粗密	4(やや疎)	5(中)	5(中)
4 - 16	穂の抽出度	5(中)	5(中)	5(中)
4 - 17	穂のワックスの多少	3(少)	3(少)	3(少)
4 - 18	ふ毛の有無	1(無)	1(無)	1(無)
4 - 19	葯の色	1(黄)	1(黄)	1(黄)
5 - 20	芒の有無・多少	5(中)	5(中)	5(中)
5 - 21	芒長	5(中)	5(中)	5(中)
6 - 22	ふの色	4(褐)	4(褐)	4(褐)
7 - 23	粒の形	5(中)	5(中)	5(中)
7 - 24	粒の大小	6(やや大)	6(やや大)	5(中)
7 - 25	粒の色	2(黄)	5(赤褐)	4(褐)
7 - 26	頂毛部の大きさ	5(中)	5(中)	5(中)
8 - 27	粒の黒目の有無・多少	1(無~極少)	1(無~極少)	1(無~極少)
9 - 28	千粒重	6(やや大)	5(中)	6(やや大)
9 - 29	容積重	6(やや大)	5(中)	5(中)
10 - 30	原麦粒の見かけの品質	6(中の上)	6(中の上)	6(中の上)
11 - 31	粗蛋白質含量	7(多)	5(中)	4(やや少)
11 - 32	灰分含量	6(やや多)	5(中)	4(やや少)
12 - 33	うるち・もちの別	1(うるち)	1(うるち)	1(うるち)
13 - 34	播性の程度	2( ~ )	2( )	2( ~ )
14 - 35	茎立性	5(中)	5(中)	4(やや早)
15 - 36	出穂期	5(中)	5(中)	3(早)
15 - 37	成熟期	4(やや早)	5(中)	4(やや早)
17 - 43	耐湿性	5(中)	5(中)	5(中)
17 - 44	耐凍上性	3(弱)	3(弱)	3(弱)
18 - 45	耐倒伏性	5(中)	4(やや弱)	6(やや強)
19 - 46	穂発芽性	6(やや難)	7(難)	7(難)
20 - 47	脱粒性	5(中)	5(中)	5(中)
21 - 48	収量性	4(やや少)	5(中)	6(やや多)
22 - 49	粒の硬軟	7(硬)	5(中)	5(中)
22 - 50	粒質	3(硝子質)	1(粉状質)	1(粉状質)
22 - 51	製粉歩留	7(高)	5(中)	6(やや高)
22 - 52	ミリングスコア	6(やや高)	5(中)	6(やや高)
22 - 53	60%粉粗蛋白質含量	7(高)	5(中)	4(やや少)
22 - 54	60%粉灰分含量	7(多)	5(中)	4(やや少)
22 - 55	60%粉アミロース含量	5(中)	5(中)	5(中)
22 - 56	粉の白さ	5(中)	5(中)	5(中)
22 - 57	粉の明るさ	4(やや低)	5(中)	5(中)
22 - 58	粉の色づき	5(中)	5(中)	5(中)
22 - 59	粉の明度	5(中)	5(中)	6(やや高)
22 - 60	粉の赤色み	6(やや高)	5(中)	4(やや低)
22 - 61	粉の黄色み	5(中)	5(中)	5(中)
22 - 62	吸水率	7(高)	5(中)	6(やや高)
22 - 63	パロリメーターバリュー	5(中)	5(中)	4(やや低)
22 - 64	生地の力の程度	4(やや小)	5(中)	4(やや小)
22 - 65	生地の伸張抵抗	4(やや弱)	5(中)	4(やや弱)
22 - 66	生地の伸張度	5(中)	5(中)	5(中)
22 - 67	生地の形状係数	4(やや小)	5(中)	4(やや小)
22 - 68	最高粘度	4(やや小)	5(中)	5(中)
22 - 69	ブレークダウン	4(やや小)	5(中)	4(やや小)
23 - 70	縞萎縮病抵抗性	6(やや強)	5(中)	6(やや強)
23 - 71	赤かび病抵抗性	5(中)	5(中)	5(中)
23 - 72	うどんこ病抵抗性	3(弱)	5(中)	4(やや弱)
23 - 73	赤さび病抵抗性	3(弱)	5(中)	6(やや強)

注) 種苗特性分類調査報告書(平成10年3月)の基準による。

## 2 生態的特性

播性の程度は“ ~ ”で、茎立性は“中”である。出穂期は「農林61号」と同程度であるが、成熟期は“やや早”である。耐倒伏性は“中”である。穂発芽性は“やや難”で、収量性は“やや少”である。「農林61号」に比べて、縞萎縮病にやや強く、赤かび病には同程度、赤さび病とうどんこ病には弱い。

## 3 品質特性

粒質は“硝子質”で、製粉歩留は“高”で、ミリングスコアは“やや高”である。60%粉の粗蛋白質含量は“高”、灰分含量は“多”で、アミロース含量は“中”である。粉色は「農林61号」に比べ、白さが“中”、明るさが“やや低”、色づきが“中”である。吸水率は“高”で、パロリメーターバリューは“中”である。「農林61号」に比べ、蛋白質含量が高く硬質であるため、しょう油や中華めん用に適する。

## 育成地における試験成績

### 1 生育調査成績及び収穫物調査成績

生産力検定試験における生育調査の結果を表4に、収穫物調査の結果を表5に示す。

「タマイズミ」は、「農林61号」に比べて、出穂期で1日程度、成熟期で3日程度早生の品種である。稈長は10cm程度短く、耐倒伏性は「農林61号」よりやや優れている。穂長はやや

長く、穂数はやや少ない、やや穂重型の品種である。赤かび病には中程度で、うどんこ病と赤さび病には弱い。粒の色が黄色の白粒種で、千粒重はやや大きい。リットル重はやや大きく、収量は標準栽培(畑)では「農林61号」よりやや少ないが、ドリル播栽培では多収となる。粒質は硝子質で、外観品質は、やや優れる。

表4 育成地における生育調査成績

栽培法	品種名	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏 程度	圃場発病			試験年度
								うどん こ病	赤さ び病	赤か び病	
標準栽培 (畑)	タマイズミ	4. 23	6. 9	80	10.1	304	0.0	2.4	1.9	0.5	1994-2000 7年平均
	農林61号	4. 24	6. 12	92	9.5	377	1.5	2.1	1.6	0.5	
ドリル栽培 (畑)	タマイズミ	4. 23	6. 10	89	9.7	881	1.1	1.8	1.7	0.3	1995-2000 6年平均
	農林61号	4. 24	6. 12	95	9.1	976	2.7	1.1	1.0	0.3	
標準栽培 (水田)	タマイズミ	4. 23	6. 8	-	-	-	0.3	2.5	2.5	0.0	1995-2000 6年平均
	農林61号	4. 25	6. 11	-	-	-	1.3	1.9	2.1	0.0	

注) 倒伏程度・圃場発病：無(0)～甚(5)の6段階評価。

表5 育成地における収穫物調査成績

栽培法	品種名	子実重 (kg/a)	標準 比率 (%)	リットル 重 (g)	千粒 重 (g)	粒型	粒大	粒質	粒色	粒張	粒揃	外観 品質	試験年度
標準栽培 (畑)	タマイズミ	31.7	95	805	37.5	中	や大	硝子質	黄	や良-中	や良-中	中上	1994-2000 7年平均
	農林61号	33.4	100	793	35.0	中	や大	中間質	褐	中	中	中中	
ドリル栽培 (畑)	タマイズミ	54.7	113	792	34.8	中	や大	硝子質	黄	中	中	中上	1995-2000 6年平均
	農林61号	48.6	100	760	32.1	中	中	中間質	褐	中	中	中中	
標準栽培 (水田)	タマイズミ	34.7	117	798	36.2	中	や大	硝子質	黄	中	中	中上	1995-2000 6年平均
	農林61号	29.5	100	768	34.7	中	や大	中間質	褐	中	中	中中	

## 2 特性検定試験成績

特性検定試験の結果を表6に示す。

凍上抵抗性は「農林61号」と同等に弱く、耐湿性は同程度である。赤かび病は育成地の発病程度も勘案して、「農林61号」並の中程度である。縞萎縮病は、病徴はわずかなもののELISA検定で陽性反応が見られるため、やや強である。播性は ~、穂発芽性は、「農林61号」よりやや劣り、やや難である。

## 3 製粉及び粉質調査成績

製粉及び粉質調査の結果を表7に示す。

硬質で製粉歩留が高く、ミリングスコアはやや高い。BM率は低く、セモリナ生成率、セモリナ粉碎率が高い。蛋白質含量は、「農林61号」に比べ1~2%程度多く、アミロース含量は、「農林61号」並の通常アミロースである。白粒であるが硬質であるため60%粉の灰分含量が多く、粉色は「農林61号」に比べやや劣る。ファリノグラムの吸水率は高く、生地の弱化度、バリメーターバリューは同程度である。また、蛋白質含量は多いものの、エキステンソグラムの面積は小さく、伸張抵抗は弱く、形状係数はやや小さく、伸張度は同程度である。アミログラムの最高粘度はやや小さく、ブレイクダウンもやや小さい。

表6 特性検定試験成績

品種名	凍上性 (長野)	耐湿性 (三重)	赤かび病 (鹿児島)	赤かび病 (作物研)	縞萎縮病 (作物研)	播性 (作物研)	穂発芽性 (作物研)	試験年度
タマイズミ	弱	3.0	極強	0.5	やや強(+)	~	やや難	1994-2000
農林61号	弱	3.3	極強	0.5	中(+)		難	平均

耐凍上性：10月中旬、下旬の2回播種。越冬株歩合を重点に葉枯れ程度を参考にして強弱を判定。

耐湿性：標準区と多湿区の子実重を比較して判定。(1:強~8:弱)

赤かび病：11月下旬、12月上旬の2回播種。成熟期の発病指数により強弱を判定。

作物研は、生産力検定試験(標準栽培)における発病程度(無(0)~甚(5)の6段階評価)。

縞萎縮病：汚染圃場での発病程度により強弱を判定。( )内は2000年度のELISA検定。

播性：2月上旬より10日間隔で播種。出穂状況により判定。

穂発芽性：成熟期に摘穂した穂について、穂発芽検定器(16,22)に10日間置床し、発芽粒調査により強弱を判定。

表7 品質調査成績(標準栽培(畑))

品種名	試験 年度	原粒		製粉性				60%粉			60%粉の色								
		灰分 (%)	蛋白質 含量 (%)	製粉 歩留 (%)	ミリング スコア	BM 率 (%)	セモリナ 生成率 (%)	セモリナ 粉碎率 (%)	灰分 移行率 (%)	灰分 (%)	蛋白質 含量 (%)	アミロース 含量 (%)	分光光度反射率			色差計による測定値			
											R455	R554	D455	L*	a*	b*	W		
タマイズミ	1994-	1.60	14.8	71.2	81.6	37.8	62.3	82.9	47.3	0.45	12.8	28.8	55.60	70.75	0.105	83.53	-0.69	13.87	77.05
農林61号	2000	1.64	13.6	64.1	77.6	44.9	56.8	78.2	45.6	0.42	11.4	29.7	56.18	71.47	0.105	83.77	-0.83	13.77	77.31
農林61号(群馬産標準)	平均	1.69	9.2	66.6	80.5	49.2	55.5	80.7	48.1	0.41	7.7	31.3	56.69	73.66	0.114	84.62	-1.33	14.29	77.77
A S W	(除1999)	1.33	10.4	70.4	80.6	34.1	62.5	84.0	41.8	0.47	8.9	28.5	58.19	74.95	0.110	85.43	-1.45	14.28	78.47

注) 色差計は1998年度より機種更新。同一年度の試料間の相対的評価に影響はない。

1994-2000年度(除く1999年度)の6年平均。1999年度は、作物研サンプルは雨害により品質分析せず。

品種名	ファリノグラム				エキステンソグラム(135分)				アミログラム			
	吸水率 (%)	生地の 形成時 間(分)	生地の 弱化度 (BU)	バリ メーター バリュー	面積 (cm <sup>2</sup> )	伸長 抵抗 (BU)	伸長度 (mm)	形状 係数	糊化開 始温度 ( )	最高粘度 時の温度 ( )	最高 粘度 (BU)	ブレイク ダウン (BU)
タマイズミ	66.0	5.3	64	54	67	195	229	0.8	59.0	89.4	813	199
農林61号	61.7	4.0	57	53	94	292	230	1.3	58.7	88.7	915	234
農林61号(群馬産標準)	57.0	1.6	81	41	84	403	158	2.6	59.2	89.7	1070	237
A S W	60.8	2.9	45	53	173	560	200	2.8	57.4	88.1	942	283

注) ファリノグラムは1995-2000年度、エキステンソグラムは1997-2000年度、アミログラムは1994-2000年度の平均。

ただし、1999年度は雨害により品質分析せず。



#### 4 実需者による二次加工適性試験成績

関東ブロック品質評価協議会において製めん試験を行った結果を、表8に示す。うどん用としては、「農林61号」と比べて、めんの色はやや良く、粘弾性、なめらかさは同程度、かたさはややボキボキ感があるが、総合的には同程度である。

しょう油用としては、「農林61号」に比べ、穀粒中の窒素含量が高く、また膨化度（炒り前後の容積比）も適正值であり適する（表9）。また中華めん評価では、市販粉に比べるとめん

の色や硬さは劣るものの、めんの粘弾性は同程度で、めんのなめらかさに優れ、中華めん用として使える（表10）。

表8 製めん試験成績

材料名	試験名 年度	外 色  (配点)	か た 観 (20)	粘 弾 性 (15)	な め ら か さ (10)	食 味 (25)	合 計 (15)	合 計 (100)
タマイズミ	2000谷和原水田	14.0	10.5	6.9	17.5	10.5	10.5	69.9
農林61号	2000谷和原水田	13.5	10.5	7.0	17.5	10.5	10.5	69.5
ASW		16.5	10.5	7.7	19.3	11.1	10.5	75.6
農林61号	2000群馬産	14.0	10.5	7.0	17.5	10.5	10.5	70.0

注) 関東ブロック麦品質評価協議会における成績（製粉研究所による）

表9 しょう油用の品質評価

品種名	産地	試験年度	外観	TN値 (粗蛋白)	水分	千粒重	膨化度	沈降度	評価者
実需者の 適性数値			粒の大きさ・粒張りが 良い。粒・水分が均一 で夾雑物がないこと等	ケルダ ー ル法： 1.9%以上 (11.1%以上)	常圧乾 燥法： 11~ 12%	30~35 g	炒り前後 の容積 比：1.4 以上	炒り麦を水に 浮かべ、沈降 の様子で炒り の度合いを判 定：10%以内	
タマイズミ	作物研 (つくば)産	1999	粒揃・色はまずまず、 異物目立たず、乾燥 度合い高く締まった感 じ	2.75 (16.0)	9.1	36.3	1.83	0	愛知県味噌溜醤油 工業協同組合
(参考)									
タマイズミ	三重県産 (上野)	1999		2.01 (11.7)	11.5	31.4	1.57	0	三重県醤油味噌工 業協同組合
農林61号	三重県産 (上野)	1999		1.51 (8.8)	12.7	37.1	1.35	0	三重県醤油味噌工 業協同組合

表10 中華めん用の品質評価（A社による）

生めんの官能評価

材料名	年度	ゆで前 麺の色	ゆで直後			ゆで7分後		
			硬さ	粘弾性	なめらかさ	硬さ	粘弾性	なめらかさ
タマイズミ	1998	6.1	6.7	7.0	7.0	7.1	7.3	7.4
	1999	(2.8)	7.1	7.2	7.6	6.4	6.9	7.8
	2000	5.2	6.1	6.8	7.7	5.3	7.0	7.3
	平均	5.7	6.6	7.0	7.4	6.3	7.1	7.5
市販粉	平均	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

注) タマイズミは、テストミルの40%粉を使用。製麺方法は、小麦の品質評価法（食総研・昭和60年11月）に準ずる。

各項目とも10点満点で、生麺に適した市販粉を標準7点とし、良好であれば数値が高くなる。

1999年度は、収穫期の長雨による低アミロ麦であるため、麺の色の平均からは除外した。

## 5 固定度調査成績

固定度調査の結果を表11に示す。

出穂期、稈長、穂長、1株穂数の平均値及び変動係数からみて、タマイズミは実用的に固定していると推定される。

表11 固定度

品種名	系統 番号	出穂期 (月日)	稈長		穂長		穂数		調査 株数
			平均 (cm)	C V (%)	平均 (cm)	C V (%)	平均 (本/株)	C V (%)	
タマイズミ	1	4.22	71.2	5.5	10.1	5.9	20.3	27.1	24
	②	4.23	72.5	4.4	10.3	7.8	16.7	37.7	24
	3	4.22	70.6	5.7	10.8	6.5	20.6	35.9	20
	4	4.22	72.5	4.8	10.6	7.5	17.1	34.5	20
	5	4.23	70.5	6.8	10.8	6.5	19.8	21.2	13
	平均	4.22	71.5	5.4	10.5	6.8	18.9	31.3	
農林61号	1	4.23	85.5	4.0	9.7	5.2	22.1	37.1	25
	2	4.24	82.9	4.8	9.5	5.3	21.0	31.0	22
	3	4.24	83.5	5.1	9.8	5.1	20.5	30.7	24
	4	4.24	82.9	3.9	9.7	5.2	21.9	26.5	19
	5	4.23	83.2	3.0	9.9	5.1	20.2	35.6	16
	平均	4.24	83.6	4.2	9.7	5.1	21.1	32.2	

注) 印は選抜系統を表す。

耕種概要：畦幅70cm、株間10cm、1点1粒播、2000年10月31日播種。

## 採用県における試験成績

採用県の三重県では奨励品種決定調査に配付した1999年度から三重県科学技術振興センター(嬉野町)同伊賀農業研究室(上野市)で試験が実施された。初年度から硬質小麦として注目され、県内の現地試験が実施された。

### 1 三重県科学技術振興センター及び 現地試験における試験成績

三重県科学技術振興センター(嬉野町)における成績を表12に示す。

表12 三重県科学技術振興センターにおける生育及び収量試験成績

品種名	出穂期 (月.日)	開花期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏 程度	赤 さび 病	うどん こ 病	赤 かび 病	子実 重 (kg/a)	標準 比率 (%)	リトル 重 (g)	千粒 重 (g)	品質 概評	有 望 度	播種 年度
タマイズミ	4.18	-	6.3	91	8.8	627	0.0	0.0	0.0	0.0	48.1	93	789	33.7	4.0	-	1999
	4.15	4.24	6.2	85	8.3	559	0.0	0.0	0.0	0.0	53.4	108	817	38.0	5.0	-	2000
	4.6	-	5.27	87	8.5	596	0.0	0.0	-	0.0	50.3	94	816	39.5	5.0	-	2001
農林61号	4.19	-	6.6	95	8.2	680	0.0	0.0	0.0	0.0	51.8	100	766	36.7	3.5	-	1999
	4.17	4.26	6.3	91	7.8	618	0.0	0.0	0.0	0.0	49.5	100	788	39.0	5.7	-	2000
	4.7	-	5.29	96	7.6	609	1.7	0.0	-	0.0	53.5	100	780	36.0	5.3	-	2001
参考) シノカリ	4.15	4.24	6.2	88	6.8	515	0.0	0.0	0.0	0.0	38.5	78	786	36.5	7.0	×	2000
タマイズミ	4.13	(4.24)	5.31	88	8.5	594	0.0	0.0	0.0	0.0	50.6	98	807	37.1	4.7	-	3力年
農林61号	4.14	(4.26)	6.2	94	7.9	636	0.6	0.0	0.0	0.0	51.6	100	778	37.2	4.8	-	平均

注) 調査基準 倒伏程度・病害 0:無、1:微、2:少、3:中、4:多、5:甚

品質概評 1:上上、2:上中、3:上下、4:中上、5:中中、6:中下、7:下

「タマイズミ」は、「農林61号」に比べて成熟期が2日程度早生、やや短稈で、穂長がやや長く、穂数がやや少ない。収量性、外観品質は同程度である。病害の発生は認められない。

伊賀農業研究室における作期試験の結果を表13に、施肥試験の結果を表14に示す。

作期試験では、「タマイズミ」の出穂期は各播種期とも「農林61号」と同等であったが成熟期はやや早く、11月24日及び12月5日播種では2日早かった。「タマイズミ」は「農林61号」に比べ、1穂粒数は多いが、穂数が少なく、千粒重は同程度である。作期平均の子実重は「農

表13 伊賀農業研究室における栽培試験成績（2000年度、作期試験）

品種名	播種期	出穂期	成熟期	主稈葉数	稈長	穂数	一穂粒数	子実重	標準比率	千粒重	容積重	品質	原粒蛋白質含量
		(月・日)	(月・日)	(葉)	(cm)	(本/m <sup>2</sup> )	(数)	(kg/a)	(%)	(g)	(g)	概評	(%)
タマイズミ	10.31	4.20	6.7	10.9	76.4	268	32.7	29.5	90	33.7	810	7.0	9.8
	11.7	4.24	6.8	10.0	75.0	269	27.9	25.8	81	34.2	837	6.0	10.1
	11.24	4.30	6.11	9.5	77.3	226	34.0	26.0	91	33.9	824	6.5	11.1
	12.5	5.3	6.14	9.0	78.7	273	30.9	29.1	100	34.0	819	6.5	12.2
農林61号	10.31	4.20	6.8	10.2	82.6	343	27.8	32.9	100	34.3	802	6.0	8.2
	11.7	4.24	6.9	10.2	83.7	353	26.6	31.9	100	35.3	813	4.5	8.6
	11.24	4.30	6.13	9.3	76.8	275	28.9	28.7	100	36.1	809	5.0	9.0
	12.5	5.3	6.16	9.3	84.2	302	25.5	29.0	100	37.7	821	6.0	9.8
品 種	タマイズミ				**	**	*	ns	ns	ns	ns	**	**
	農林61号				76.8	259	31.4	27.6	91	34.0	822	6.5	10.8
					81.8	318	26.9	30.6	100	35.9	811	5.4	8.9

注) 11.07が標準播種期。子実重(2.2mm)、千粒重は水分12.5%、原粒蛋白質含量は水分13.5%換算  
 外観品質：1～3(1等)、4～6(2等)、7(規格外) 農林水産省 津食糧事務所上野支所調  
 分散分析の結果：\* 5%、\*\* 1%水準で有意差有り、ns 有意差無し

表14 伊賀農業研究室における栽培試験成績（2000年度、施肥試験）

品種名			稈長	最大倒伏	穂数	一穂粒数	子実重	標準比率	千粒重	容積重	品質	原粒蛋白質含量
			(cm)		(本/m <sup>2</sup> )	(数)	(kg/a)	(%)	(g)	(g)	概評	(%)
タマイズミ	元肥	0.4	76.1	1.0	270	26.7	26.3	79	36.0	811	4.7	11.6
		0.6	80.6	1.0	335	25.3	30.3	82	36.1	822	5.3	11.5
		0.9	82.3	1.0	348	26.4	34.2	97	35.0	815	4.7	10.7
	追肥	0.3+0+0	76.7	1.0	305	23.8	26.3	82	34.8	812	4.3	10.4
		0.3+0.2+0	81.0	1.0	339	26.6	32.2	88	35.9	816	5.3	11.4
		0.3+0.2+0.1	81.2	1.0	309	28.0	32.2	88	36.4	820	5.0	12.0
農林61号	元肥	0.4	83.9	1.7	389	23.1	33.4	100	37.3	796	5.3	9.6
		0.6	86.0	2.3	459	23.0	36.9	100	36.8	799	5.7	9.7
		0.9	88.0	2.3	458	21.6	35.1	100	35.2	792	5.7	9.6
	追肥	0.3+0+0	81.6	1.3	416	22.1	32.2	100	36.0	792	5.0	8.7
		0.3+0.2+0	88.8	2.3	425	23.1	36.5	100	37.1	798	5.7	10.1
		0.3+0.2+0.1	87.6	2.7	465	22.5	36.6	100	36.1	797	6.0	10.1
タマイズミ			**	*	**	*	*	*	**	**	*	**
		79.7	1.0	318	26.1	30.3	86	35.7	816	4.9	11.3	
農林61号		86.0	2.1	435	22.5	35.1	100	36.4	796	5.6	9.6	

注) 子実重(2.2mm)、千粒重は水分12.5%、原粒蛋白質含量は水分13.5%換算  
 追肥：幼穂形成期+止葉展開期+穂揃期  
 外観品質：1～3(1等)、4～6(2等)、7(規格外) 農林水産省 津食糧事務所上野支所調  
 分散分析の結果：\* 5%、\*\* 1%水準で有意差有り、ns 有意差無し

林61号」より約10%少なく、播種期が早いほど収量差が大きい傾向が見られた。蛋白質含量は「農林61号」より1.5~2.4%高く、11月播種では容積重も高い値を示したが、外観品質がやや劣った。

施肥試験における「タマイズミ」の稈長は「農林61号」に比べ5~8cm短く、多肥条件でも倒伏は助長されず極軽微であった。「タマイズミ」は「農林61号」に比べて穂数が少なく、一穂粒数は多いものの収量性はやや劣る。しかし、容積重、原麦粗蛋白質含量はいずれの施肥法でも「農林61号」より高く、外観品質も優る。

現地試験における試験成績を表15に示す。

現地試験においては、「農林61号」とほぼ同

熟期、短稈で、穂数が少なかった。また、やや小粒で、収量性はやや劣るが、原粒蛋白質含量は高く、病害の発生は認められなかった。

## 2 三重県における実需者によるしょう油適性評価試験成績

三重県における現地試験材料について、三重県醤油味噌工業共同組合によりしょう油適性評価試験を実施した。その結果を表16に示す。

「タマイズミ」は「農林61号」と比べて、TN値(粗蛋白)が高く、膨化度も高く、醤油用に適しているとの評価を得た。

表15 三重県における現地試験成績

試験場所	品種名	播種年度	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏 程度	赤 さび 病	うどん こ かび 病	赤 かび 病	子実 重 (kg/a)	標準 比率 (%)	リトル 重 (g)	千粒 重 (g)	品質 概評	品質 等級	原粒蛋白 質含量 (%)	有望 度
上野市	タマイズミ	1999	-	-	84	6.9	514	0.0	0.0	0.0	0.0	34.4	81	816	30.3	-	2	11.0	
	農林61号		-	-	90	7.2	660	0.0	0.0	0.0	0.0	42.7	100	796	35.4	-	2	8.2	-
度会郡玉城町	タマイズミ	2000	4.25	6.6	72	8.1	300	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	93	-	31.9	6.0	-	-	-
	農林61号		4.26	6.6	79	8.0	320	0.0	0.0	0.0	0.0	19.6	100	-	33.2	6.0	-	-	-
上野市	タマイズミ	2000	-	6.7	78	7.9	-	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	-	-	35.2	-	2	-	-
阿山郡伊賀町	タマイズミ	2000	-	6.8	85	9.2	-	0.0	0.0	0.0	0.0	27.7	-	-	36.0	-	2	-	-

注) 2001年度 上野市、阿山郡伊賀町の収量は実収量

検査等級: 農林水産省 津食糧事務所上野支所

調査基準: 倒伏程度・病害 0: 無、1: 微、2: 少、3: 中、4: 多、5: 甚

品質概評 1: 上上、2: 上中、3: 上下、4: 中上、5: 中中、6: 中下、7: 下

表16 三重県における実需者によるしょう油適性評価試験成績

品種名	産地	試験年度	外観	TN値 (粗蛋白)	水分	千粒重	膨化度	沈降度
実需者の 適性数値			粒の大きさ・粒張りが良い。粒・水分が均一で夾雑物がないこと等	ケルダール法: 1.9%以上 (11.1%以上)	常圧 乾燥 法: 11~ 12%	30~ 35g	炒り前後の 容積比: 1.5±0.1 (1.4以上)	炒り麦を水に浮かべ、沈降の様子で炒りの度合いを判定: 10%以内
タマイズミ	上野	1999		2.01 (11.7)	11.5	31.4	1.57	0
農林61号	上野	1999	タマイズミより色が良く、夾雑物が少ない	1.51 (8.8)	12.7	37.1	1.35	0
タマイズミ	伊賀	2000		1.92 (11.2)	13.1	-	-	-
タマイズミ	下友生	2000		1.75 (10.2)	13.4	-	-	-

## 奨励品種の採用理由など

三重県では近年転作強化に伴い小麦の作付面積が急増しており、平成13年度の作付面積は5,200haに達し、実需者に購入してもらえる麦作りが不可欠である。このうち、年間700～800t程度の県内産小麦がしょう油原料として使用されており、このほとんどが伊賀地域産で、地元のしょう油醸造会社で安定的に消費されている。しかし、実需者からは「農林61号」の蛋白質含量が低いことが指摘され、これに代わる蛋白質含量が高いしょう油原料としての適性に優れた小麦品種への転換が急務である。

「タマイズミ」は、収量性がやや少ないものの「農林61号」に比べて安定的に蛋白質含量が2%程度高く、実需者からもしょう油用としての適性があると認められている。また「タマイズミ」の成熟期は「農林61号」に比べ2日程度

早く、県産麦の作期分散等にも寄与できると考えられることから推奨品種に採用された。また、高蛋白で製粉性も高いことから、しょう油用以外の用途も検討を進めており、平成14年播きで、三重県では約500haの作付が始まっている。

また、栃木県や岐阜県でも、高蛋白質含量の温暖地向け硬質小麦品種として注目され、奨励品種等に採用されて普及が始まった。

暖地向けの硬質小麦としては、既に九州沖縄農業研究センターから「ニシノカオリ」が育成されており、また群馬県の県単育種からも「ダブル8号」が登録されている。今回温暖地向けの硬質小麦として「タマイズミ」が育成されたことで、関東以西の地域においても、硬質小麦への期待が高まっている。

## 栽培適地と栽培上の注意

温暖地（関東・東海地域）の平坦地に適する（表17）。

「タマイズミ」は硬質小麦であるが、より子実蛋白質含量を増加させるために、積極的な後期追肥が効果的である。水田土壌では、茎立期、止葉抽出期に窒素成分各4kg/10aの追肥により、収量、蛋白質含量とも増加する（図3）。

そのほか、栽培上の留意点として、以下のことに注意する。

- 1．収量を確保するため、多肥栽培等により穂数の確保に努める。
- 2．穂発芽性はやや難であるが、刈り遅れによる品質劣化が懸念されるので、適期収穫に努める。
- 3．うどんこ病、赤さび病に弱いので、防除を徹底する。また、縞萎縮病に完全な抵抗性ではないので、汚染圃場での栽培には注意する。

表17 配付先における概評一覧

府県名	栽培条件	1998	1999	2000	2001	標準品種
宮城	ドリル	86	107 x			フクホコムギ
福島	本場 条播	64	91	73	83 x	トヨホコムギ
	相馬 条播	107	96	87	96	トヨホコムギ
	ドリル		80	95		トヨホコムギ
茨城	条播	82	88 x			農林61号
栃木	ドリル	104	87 x	98	96	農林61号
群馬	条播水田	93	100	92 x	92 x	農林61号、つるびかり
	条播畑		116 x			農林61号
埼玉	条播	112	95	97	100	農林61号
千葉	条播	111	103	106	79	農林61号
神奈川	条播	119	105	136	108	農林61号
山梨	条播			107		農林26号
長野	条播	96	108	79 x		シラネコムギ
静岡	広幅播		105	94 x		農林61号
岐阜	条播標肥		86	66	82	農林61号
	条播追肥			69		農林61号
	条播多肥		100	98		農林61号
愛知	条播		78	83	83	はつほこむぎ
三重	条播		93	108	94	農林61号
滋賀	全面全層		89 x			農林61号

注) 有望度 : ごく有望、 : 有望、 : 再検討、x : 打切り

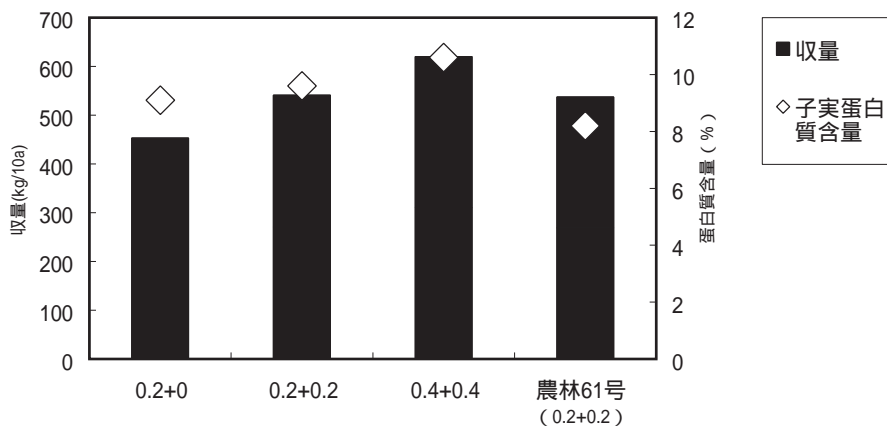


図3 後期追肥 (6葉期+止葉展開期) によるタマイズミの収量、子実蛋白質含量の増加 (三重県、2001年度)

## 命名の由来

硬質小麦の固さのイメージを珠で表し、系統番号の123号の読みをかけて、泉の湧き出るように広く普及することを願った。(漢字または

英文字で表現する必要がある場合には「珠泉」, 「Tamaizumi」を用いる。

### 引用文献

藤田雅也（2001）小麦新品種の特性と品種開発の現状と展望．食の科学2001年11月号,38-43.  
 技術会議事務局（2002）麦新品種緊急開発プロジェクト．研究成果第397集．  
 吉田 久・乙部（桐淵）千雅子・柳澤貴司・山口勲夫・瀬古秀文・牛山智彦・天野洋一・小田俊介・宮川三郎・黒田 晃（2001）小麦新品種「あやひかり」の育成．農研センター研報34，17-35.  
 吉田 久・乙部（桐淵）千雅子・柳澤貴司・山口勲夫・瀬古秀文・牛山智彦・天野洋一・小田俊介・宮川三郎・黒田 晃・星野次汪（2001）小麦新品種「きぬあずま」の育成．作物研報1，71-83.

表18 育成従事者

播種年度	1989	1990	1991	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	備考	持ち分 (%)
世代	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	DH <sub>1</sub>	DH <sub>2</sub>	DH <sub>3</sub>	DH <sub>4</sub>	DH <sub>5</sub>	DH <sub>6</sub>	DH <sub>7</sub>	DH <sub>8</sub>	DH <sub>9</sub>	DH <sub>10</sub>	DH <sub>11</sub>		
藤田 雅也															現在員	5.0%
乙部 千雅子															現在員	28.3%
吉岡 藤治															作物研究所	0.6%
松中 仁															現在員	0.6%
柳沢 貴司															現 近中四農研	16.6%
吉田 久															作物研究所	14.2%
山口 勲夫															現 下妻市在住	15.0%
長嶺 敬															現 近中四農研 (麦育種法研)	2.2%
瀬古 秀文															現 JICA	6.4%
牛山 智彦															現 長野県農事試	5.6%
天野 洋一															現 道立中央農試	4.4%
小田 俊介															現 九州農研	1.1%

上記の他に、中央農業総合研究センター企画調整部業務科職員が従事した。



写真1 タマイズミの株  
左：農林61号、右：タマイズミ

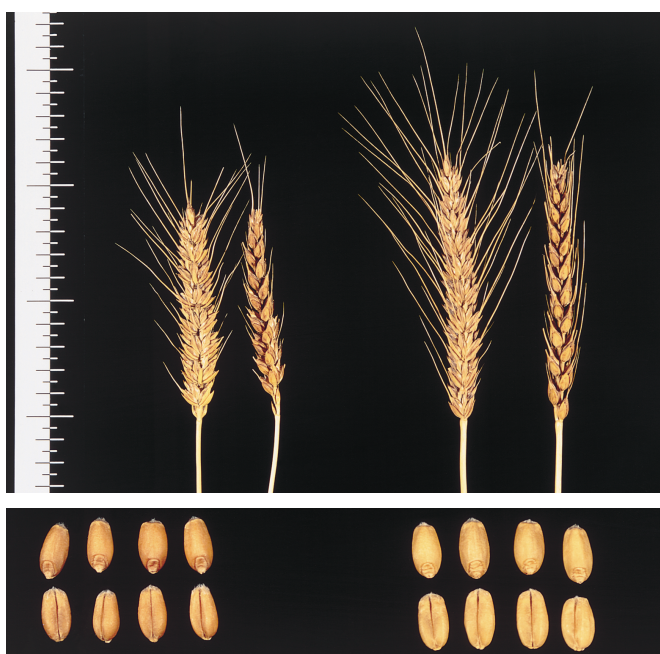


写真2 タマイズミの穂と粒  
左：農林61号、右：タマイズミ



## A New Hard White Wheat Cultivar “Tamaizumi”

Masaya FUJITA, Chikako KIRIBUCHI-OTOBE, Toji YOSHIOKA,  
Hitoshi MATSUNAKA, Takashi YANAGISAWA<sup>\*1</sup>, Hisashi YOSHIDA,  
Isao YAMAGUCHI<sup>\*2</sup>, Tomohiko USHIYAMA<sup>\*3</sup>, Takashi NAGAMINE<sup>\*4</sup>,  
Hidefumi SEKO<sup>\*5</sup>, Youichi AMANO<sup>\*6</sup> and Shunsuke ODA<sup>\*7</sup>

### Summary

The hard white wheat cultivar “Tamaizumi” was bred by the doubled haploid method at the National Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki, Japan. This cultivar was selected from a cross between “Kankei W364” and “Kankei W361” made in 1989.

“Tamaizumi” is an awned, brown-glumed winter wheat cultivar with white seeds. Growth is in spring (degree, I-II). Compared to “Norin 61”, the leading cultivar in central and southwestern Japan, “Tamaizumi” is usually 10 cm shorter, superior in lodging resistance, and normally heads 1 day earlier and matures 3 days earlier. It has longer spikes than “Norin 61” and yield is lower. “Tamaizumi” is moderately resistant to wheat yellow mosaic virus and scab, but susceptible to scab and powdery mildew.

Milling characteristics are better than those of “Norin 61”, protein and ash content in flour are higher, and amylose content in flour is the same. “Tamaizumi” is suitable as an ingredient of soy-source and Chinese yellow alkaline noodles.

Based on yield trials at several prefectural experiment stations, “Tamaizumi” was found to be adapted to flat areas of Kanto and Tokai in Japan. It was registered as “Wheat Norin 155” by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan, then released as a recommended variety in Mie, Tochigi, and Gifu Prefectures.

---

Received 3 December, 2003

<sup>\*1</sup> National Agricultural Research Center for Western Region

<sup>\*2</sup> Home: Shimotsuma Ibaraki

<sup>\*3</sup> Nagano Prefectural Agricultural Experiment Station

<sup>\*4</sup> Tochigi Prefectural Agricultural Experiment Station

<sup>\*5</sup> Japan International Cooperation Agency

<sup>\*6</sup> Hokkaido Prefectural Agricultural Experiment Station

<sup>\*7</sup> National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region