

## 人工気象器を用いたコムギの簡易耐湿性検定法

荒川みずほ<sup>1)</sup>・伊藤幸司<sup>2)</sup>・加藤 満<sup>1)</sup>

**摘要**：少ない種子量で、短期で行える小麦の簡易耐湿性検定法の開発を目的に、人工気象器内でポット試験を行った。ほ場での耐湿性検定結果が「弱」～「やや強」のコムギ12品種・系統を用いて、湛水処理を行う溶液、設定温度、調査項目について検討した。その結果、設定温度10℃において、0.1%デンプン溶液で湛水処理を行った場合、草丈、地上部乾物重及び地下部乾物重/最長根長が耐湿性評価の判定指標として有効であることが明らかとなった。しかし、より多くの点数の検定を行うためには、湛水処理開始時期、調査時期等のさらなる検討が必要であると考えられた。

**キーワード**：コムギ、耐湿性、幼苗検定、湛水処理、デンプン溶液

## 材料及び方法

### 緒言

コムギは排水性の高いほ場条件を好む作物であるが、本県におけるコムギの多くは排水性が十分でない水田転換畑で栽培されている。また、茎立期から成熟期にかけての降雨が多いため、湿害による収量及び品質の低下が懸念されており、耐湿性の高いコムギ品種の育成が求められている。

愛知県農業総合試験場(以下、愛知農総試)では、暗渠を施工した耐湿性検定ほ場において、茎立期から成熟期まで入水処理をし、出穂期の下葉枯れと成熟期の穂枯れの程度を指標とした耐湿性検定を行っている<sup>1,2)</sup>。しかし、当検定は1年間に検定できる数には制約がある。また、1回の検定には種子量が8 g必要であるため、種子量が十分に確保できない育成初期世代での検定は実施困難である。育成初期世代から効率的に選抜を行うためには、少ない種子量で、短期間で行える簡易耐湿性検定法の開発が必要である。

湿害は、その発生時期と被害の様相によって冬季と春季の湿害に大別でき、地温が8～10℃の春季の湿害は、土壌微生物の活動による土壌の酸化還元電位の低下によって引き起こされる<sup>3)</sup>。

本試験では、コムギの簡易耐湿性検定法の開発を目的に人工気象器内でポット試験を行い、湛水処理を行う溶液、設定温度、調査項目について検討を行ったので、その結果について報告する。

### 1 供試品種・系統

供試品種は、2012年産から2016年産の5か年における愛知農総試内のほ場における耐湿性検定判定結果の平均が「弱」～「やや強」の12品種・系統を用いた(表1)。なお、ほ場検定での評価スコアは、下葉の枯れあがり程度と穂の枯れ熟れ程度を判定指標とし、「農林61号」を基準とした相対値である。また、「愛系硬11-23」については2013年産から2015年産の3か年、「タマイズミ」については2013年産から2016年産の4か年のデータの平均値を用いている。

### 2 栽培方法と試験区の構成

育苗ポット(口径6 cm×深さ5.5 cm)に園芸用培土(N 390 mg/l、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 330 mg/l、K<sub>2</sub>O 360 mg/l)を詰め、各品種・系統5粒ずつ播種した。12ポットを一つのバットに入れ、日照を1日11時間に設定した人工気象器(日本医化器機製作所、大阪)内に静置した。コムギ3～4葉期から5～6葉期まで湛水処理を実施し、水位はポットに充填した園芸用培土の地表面とした。対照区は、2週間に1度、深さ1 cmまで給水した。

湛水条件だけでなく、還元条件による選抜も検討するため、湛水処理を行う溶液は水道水と0.1%デンプン溶液を用いた(表2)。また、調査期間の短縮を図るため人工気象器の設定温度を10℃から20℃に変更した試験も行った。なお、試験1、2は各区2反復、試験3は反復なしである。

本研究の一部は日本作物学会第244回講演会(2017年9月)において発表した。

<sup>1)</sup>作物研究部 <sup>2)</sup>作物研究部(現西三河農林水産事務所)

(2017.9.13 受理)

表1 供試品種

供試品種	ほ場検定での 評価スコア <sup>1)</sup> (5か年平均)	判定
U-1339	135.7	やや強
TX-2	124.7	中～やや強
東海108号	109.3	中
きぬあかり	106.1	中
ニシカゼコムギ	102.5	中
ゆめあかり	101.0	中
農林61号	95.2	中
イワイノダイチ	89.6	やや弱～中
愛系硬11-23 <sup>2)</sup>	75.8	やや弱～中
はつほこむぎ	66.9	やや弱
タマイズミ <sup>3)</sup>	62.7	やや弱
UNICULM	32.1	弱

- 1) 下葉の枯れあがり程度と穂の枯れ熟れ程度を判定指標とし、「農林61号」を基準とした相対値
- 2) 2013年産から2015年産の3か年の平均値
- 3) 2013年産から2016年産の4か年の平均値

### 3 調査方法

コムギ 5～6 葉期に、草丈、葉色、最長根長、地上部乾物重、地下部乾物重を調査した。葉色は、最上位置展開葉を葉緑素計(コニカミノルタジャパン、東京)で計測した。地上部乾物重、地下部乾物重は、サンプリング後60℃で 48 時間乾燥させ、計測した。幼苗期における判定指標を検討し、ほ場での評価スコアとの相関を調べた。

## 結果及び考察

### 1 水道水とデンブンプ溶液の比較

設定温度10℃における水道水による湛水処理と0.1%デンブンプ溶液による湛水処理を比較した(表3)。水道水による湛水処理では、対照区に比べ処理区で、最長根長及び地下部乾物重が有意に小さくなった。一方、0.1%デンブンプ溶液による湛水処理では、対照区に比べ処理区で、草丈、最長根長及び地上部乾物重が有意に小さくなり、地下部乾物重/最長根長が有意に大きくなった。

緒言で述べたように、春季の湿害は酸化還元電位の低下が原因である。ポット試験における還元耐性の検定については、イネにおいて土壤にデンブンプを添加する手法<sup>4)</sup>や、トウモロコシにおいてデンブンプ溶液で湛水する手法<sup>5)</sup>が用いられている。本研究においても、水道水による湛水処理だけでなく、デンブンプを添加し還元処理も行うことで、ほ場での湿害発生状況とより近い状況を作ることができると考え、試験を行った。その結果、水道水よりも0.1%デンブンプ溶液で湛水処理を行った方が、多くの調査項目で処理による影響が認められており、耐湿性検定の処理として適していると考えられた。

表2 試験区の構成

区名	デンブンプ添加 (%)	湛水処理	設定温度
試験1-水道水区	0	処理	10℃
試験1-対照区	0	給水(1回/2W)	
試験2-0.1%区	0.1	処理	10℃
試験2-対照区	0	給水(1回/2W)	
試験3-0.1%区	0.1	処理	20℃
試験3-対照区	0	給水(1回/2W)	

注) 試験1、2は各区2反復、試験3は反復なし

### 2 人工気象器の設定温度の比較

人工気象器の設定温度が10℃の場合と20℃に上げた場合の0.1%デンブンプ溶液による湛水処理の結果を比較検討した。湛水処理を開始するコムギ3～4葉期までの日数は、10℃の試験2では播種後33日であったのに対し、20℃の試験3では20日であった。また、調査を行うコムギ5～6葉期までの日数は、10℃の試験2では播種後62日であったのに対し、20℃の試験3では34日であり、調査期間を28日短縮することができた。

試験2及び3の結果を表4に示した。20℃では、いずれの調査項目も処理区と対照区で有意な差は見られなかった。10℃の場合と比較すると、草丈を除くすべての調査項目において20℃の方が有意に小さくなった。設定温度を20℃に上げることで、生育が早まり、調査までの日数が短くなったため、湛水処理期間が短くなり、処理による影響が現れにくくなったと考えられた。

### 3 ほ場検定との相関関係

ほ場検定での評価スコアと試験2の各調査項目の対照区比について相関関係を調べると、草丈、葉色、地上部乾物重、地下部乾物重及び地下部乾物重/最長根長において有意な正の相関があった(表5)。湛水処理による有意な影響が認められ、かつ、ほ場検定での評価スコアと有意な相関があった草丈、地上部幹部重及び地下部乾物重/最長根長が人工気象器を用いた簡易耐湿性検定の判定指標として有効であると考えられた。

ほ場検定での評価スコアと最も相関が高かったのは地下部乾物重/最長根長で、 $r=0.736$ であった(図1)。作物の根系と水ストレス耐性は密接な関係にあり、浅根性の系統群と深根性の系統群を過湿な水田で栽培すると、浅根性の系統群の方が収量が多い傾向にある<sup>6)</sup>。このことは、今回の結果とも一致しており、地下部乾物重が大きく、最長根長が短いほど耐湿性が高いと言える。

以上のことから、設定温度10℃において0.1%デンブンプ溶液で湛水処理を行った場合、草丈、地上部乾物重及び地下部乾物重/最長根長が耐湿性評価の判定指標として有効であることが明らかとなった。しかし、今回の手法では、1台の人工気象器を用いて60日間で12品種しか評価を行えない。より多くの点数の検定を行うために、湛水処理開始時期や調査時期等さらなる検討が必要である。

表3 水道水と0.1%デンプン溶液による湛水処理の各調査項目への影響

品種・系統	処理溶液	草丈		葉色	最長根長	地上部乾	地下部乾	地下部乾
		cm	SPAD			物重	物重	物重/最長根長
U-1339	水道水	41.5	34.3	25.0	0.53	0.07	0.003	
		42.5	38.5	32.5	0.36	0.05	0.002	
	0.1%デンプン溶液	37.5	35.4	22.1	0.82	0.28	0.013	
TX-2	水道水	41.5	36.9	39.7	0.76	0.15	0.004	
		35.0	41.7	22.0	0.36	0.06	0.003	
	0.1%デンプン溶液	31.0	44.9	28.9	0.39	0.19	0.007	
東海108号	水道水	35.5	40.4	38.4	0.33	0.11	0.003	
		42.0	37.2	21.8	0.44	0.06	0.003	
	0.1%デンプン溶液	45.0	36.6	30.5	0.49	0.09	0.003	
きぬあかり	水道水	40.0	42.5	23.5	0.77	0.33	0.014	
		44.5	39.2	40.4	0.76	0.20	0.005	
	0.1%デンプン溶液	38.5	38.1	28.5	0.67	0.13	0.004	
ニシカゼコムギ	水道水	42.0	40.6	35.5	0.72	0.16	0.005	
		36.0	35.8	22.0	0.28	0.11	0.005	
	0.1%デンプン溶液	41.0	35.9	39.1	0.55	0.15	0.004	
ゆめあかり	水道水	39.0	37.1	20.0	0.43	0.06	0.003	
		46.5	37.5	35.0	0.56	0.09	0.003	
	0.1%デンプン溶液	39.5	41.2	25.8	0.75	0.29	0.011	
農林61号	水道水	40.5	36.1	30.2	0.40	0.12	0.004	
		42.0	40.1	21.8	0.67	0.13	0.006	
	0.1%デンプン溶液	42.5	47.7	41.5	0.73	0.23	0.006	
イワイノダイチ	水道水	37.0	42.2	27.7	0.55	0.20	0.007	
		42.0	43.5	34.8	1.00	0.28	0.008	
	0.1%デンプン溶液	40.5	33.7	17.5	0.32	0.05	0.003	
愛系硬11-23	水道水	45.5	36.4	33.5	0.42	0.09	0.003	
		36.0	35.7	21.2	0.41	0.15	0.007	
	0.1%デンプン溶液	45.0	41.0	35.3	1.13	0.27	0.007	
はつほこむぎ	水道水	42.0	39.1	22.5	0.46	0.06	0.003	
		40.0	36.5	27.5	0.53	0.11	0.004	
	0.1%デンプン溶液	35.0	41.8	27.6	0.40	0.17	0.006	
タマイズミ	水道水	42.0	38.7	35.2	0.69	0.25	0.007	
		40.0	42.7	22.0	0.73	0.13	0.006	
	0.1%デンプン溶液	38.5	36.6	36.0	0.66	0.15	0.004	
平均	水道水	36.5	41.3	23.5	0.37	0.16	0.007	
		42.5	44.1	32.8	0.79	0.21	0.006	
	0.1%デンプン溶液	44.5	35.5	19.0	0.62	0.08	0.004	
UNICULM	水道水	44.5	37.8	29.0	0.68	0.16	0.005	
		40.5	34.9	22.4	0.37	0.12	0.005	
	0.1%デンプン溶液	45.5	36.7	28.7	0.81	0.15	0.005	
分散分析	水道水	41.5	38.7	21.5	0.73	0.12	0.006	
		45.5	40.3	44.0	0.88	0.24	0.006	
	0.1%デンプン溶液	34.0	37.0	24.3	0.34	0.12	0.005	
平均	水道水	46.5	45.8	40.4	0.89	0.23	0.006	
		40.5	41.6	26.0	0.72	0.13	0.005	
	0.1%デンプン溶液	39.0	43.8	33.5	0.87	0.24	0.007	
分散分析	水道水	26.5	36.4	22.2	0.23	0.08	0.004	
		35.0	45.0	40.9	0.75	0.20	0.005	
	0.1%デンプン溶液	40.6	38.3	22.3	0.56	0.09	0.004	
分散分析	水道水	42.5	39.5	34.3	0.61	0.14	0.004	
		35.8	39.1	24.3	0.47	0.18	0.008	
	0.1%デンプン溶液	41.8	40.2	36.3	0.74	0.19	0.005	
分散分析	水道水	ns	ns	**	ns	*	ns	
		**	ns	**	**	ns	**	
	0.1%デンプン溶液	**	ns	**	**	ns	**	

注1) 上段：処理区、下段：対照区

注2) \*は5%水準、\*\*は1%水準で分散分析による有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す。

表4 設定温度10℃と20℃による湛水処理の各調査項目への影響

品種・系統	設定温度	草丈		葉色	最長根長	地上部乾	地下部乾	地下部乾
		cm	SPAD			物重	物重	物重/最長根長
U-1339	10℃	37.5	35.4	22.1	0.82	0.28	0.013	
		41.5	36.9	39.7	0.76	0.15	0.004	
	20℃	40.0	23.7	21.7	0.36	0.06	0.003	
		44.0	32.4	27.6	0.46	0.10	0.004	
TX-2	10℃	31.0	44.9	28.9	0.39	0.19	0.007	
		35.5	40.4	38.4	0.33	0.11	0.003	
	20℃	34.0	36.6	27.3	0.40	0.10	0.004	
		39.0	39.8	25.5	0.53	0.08	0.003	
東海108号	10℃	40.0	42.5	23.5	0.77	0.33	0.014	
		44.5	39.2	40.4	0.76	0.20	0.005	
	20℃	41.0	32.4	27.1	0.42	0.08	0.003	
		37.0	27.6	18.0	0.23	0.03	0.002	
きぬあかり	10℃	36.0	35.8	22.0	0.28	0.11	0.005	
		41.0	35.9	39.1	0.55	0.15	0.004	
	20℃	36.0	31.8	21.0	0.26	0.04	0.002	
		38.0	30.4	25.5	0.42	0.06	0.002	
ニシカゼコムギ	10℃	39.5	41.2	25.8	0.75	0.29	0.011	
		40.5	36.1	30.2	0.40	0.12	0.004	
	20℃	39.0	29.6	26.4	0.49	0.10	0.004	
		42.0	28.3	25.8	0.29	0.06	0.002	
ゆめあかり	10℃	37.0	42.2	27.7	0.55	0.20	0.007	
		42.0	43.5	34.8	1.00	0.28	0.008	
	20℃	40.0	31.7	22.0	0.35	0.07	0.002	
		42.0	32.4	20.5	0.34	0.05	0.002	
農林61号	10℃	36.0	35.7	21.2	0.41	0.15	0.007	
		45.0	41.0	35.3	1.13	0.27	0.007	
	20℃	40.0	26.4	23.7	0.30	0.05	0.002	
		36.0	26.4	22.2	0.20	0.03	0.001	
イワイノダイチ	10℃	35.0	41.8	27.6	0.40	0.17	0.006	
		42.0	38.7	35.2	0.69	0.25	0.007	
	20℃	38.0	34.0	24.8	0.28	0.06	0.002	
		40.0	30.0	29.6	0.34	0.05	0.002	
愛系硬11-23	10℃	36.5	41.3	23.5	0.37	0.16	0.007	
		42.5	44.1	32.8	0.79	0.21	0.006	
	20℃	42.0	35.7	27.3	0.36	0.07	0.003	
		44.0	36.5	40.0	0.58	0.09	0.002	
はつほこむぎ	10℃	40.5	34.9	22.4	0.37	0.12	0.005	
		45.5	36.7	28.7	0.81	0.15	0.005	
	20℃	38.0	28.4	19.3	0.24	0.04	0.002	
		44.0	31.6	31.0	0.41	0.06	0.002	
タマイズミ	10℃	34.0	37.0	24.3	0.34	0.12	0.005	
		46.5	45.8	40.4	0.89	0.23	0.006	
	20℃	42.0	30.6	26.5	0.34	0.05	0.002	
		41.0	36.5	30.0	0.47	0.05	0.002	
UNICULM	10℃	26.5	36.4	22.2	0.23	0.08	0.004	
		35.0	45.0	40.9	0.75	0.20	0.005	
	20℃	30.0	27.0	24.0	0.18	0.05	0.002	
		33.0	31.5	28.2	0.41	0.08	0.003	
平均	10℃	35.8	39.1	24.3	0.47	0.18	0.008	
		41.8	40.2	36.3	0.74	0.19	0.005	
	20℃	38.3	30.7	25.9	0.33	0.07	0.003	
		40.0	32.0	27.0	0.39	0.06	0.002	
処理	10℃	**	ns	**	**	ns	*	
	20℃	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
温度		ns	**	**	**	**	**	

注1) 上段：処理区、下段：対照区

注2) \*は5%水準、\*\*は1%水準で分散分析による有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す。

表5 ほ場検定での評価スコアとの相関係数

	草丈	葉色	最長根長	地上部乾物重	地下部乾物重	地下部乾物重/根長
	cm	SPAD	cm	g	g	g/cm
試験2-0.1%区/対照区	0.647 *	0.656 *	0.096	0.605 *	0.688 *	0.736 **

注) \*は5%水準、\*\*は1%水準で有意なことを示す。

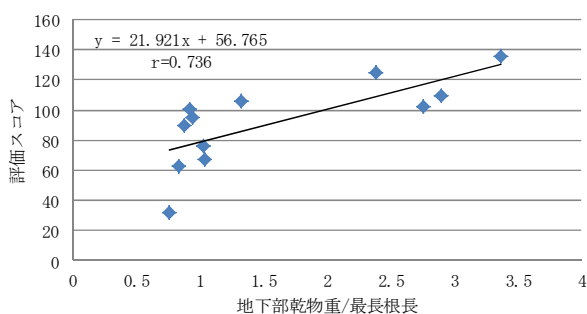


図1 ほ場検定による耐湿性スコアと試験2-0.1%区/対照区の地下部乾物重/最長根長との散布図

### 引用文献

1. 吉田朋史, 辻孝子, 藤井潔. コムギの耐湿性検定における湿害症状を指標とした収量性の推定. 日本作物学会講演会要旨集. 220(0), 156-157(2006)
2. 愛知県農業総合試験場. コムギの節間伸長期以降の湿害症状を指標とする耐湿性簡易評価法. 平成20年度「関東東海北陸農業」研究成果情報. (2008). [http://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/seika/kanto20/09/20\\_09\\_34.html](http://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/seika/kanto20/09/20_09_34.html). (2011. 7. 11参照)
3. 山崎傳, 寺島政夫. 畑作物の湿害に関する土壌化学的並びに植物生理学的研究(要約). 東海近畿農業試験場研究報告 栽培部(1), 17-20(1954)
4. 笹原健夫, 五十嵐弘. 還元土壌条件でのイネの出芽と生長の生態種間差異. 育種学雑誌. 39(4), 495-498(1989)
5. 間野吉郎, 大森史恵, 玉置宏之, 三ツ橋昇平, 高橋亘. テオシント *Zea nicaraguensis* の湛水・還元耐性に関するQTLをトウモロコシF<sub>1</sub>品種“ゆめそだち”に導入した耐湿性系統の作出. 日本作物学会関東支部会報. 30, 42-43(2015)
6. 小柳淳史, 乙部(桐渕)千雅子, 柳沢貴司, 三浦重典, 小林浩幸, 村中聡. 根系の深さが異なるコムギ実験系統群の過湿な水田圃場における生育と収量. 日本作物学會紀事. 73(3), 300-308(2004)