

쌀 gel consistency의 品種 및 環境變異**

金光鎬, 具滋允, 黃都燁, 孔元植*

Varietal and Environmental Variation of Gel Consistency of Rice Flour**

Kwang Ho Kim*, Ja Yun Koo*, Do Yup Hwang*, and Won Sik Kong*

ABSTRACT : Gel consistency data collected from various experiments in same location during 1988 to 1992 were analysed to clarify the degree of varietal and environmental variation in rice. Most of japonica and Tongil-type rice varieties were belonged to soft gel consistency, and average gel length of japonica rice was longer than that of Tongil-type varieties. Gel length of glutinous rice cultivars was extremely long, near 100mm. Year variation of gel consistency was recognized, but did not affect on varietal difference. Gel consistency of most rice varieties and pedigree lines tested varied slightly between different seeding dates or nitrogen levels, but gel length of two indica rice varieties were decreased with the later seeding dates or the higher nitrogen levels. Rice varieties belonged to extremely hard or extremely soft gel consistency showed less variation of gel length between different years, seeding dates or nitrogen levels compared with intermediate ones.

우리나라에서는 良食米 벼 품종육성을 위하여 육성 중인 系統의 아밀로스함량과 알칼리 붕괴도를 조사하여 선발 기준으로 사용하여 왔다. 그러나 우리나라에서 재배되는 품종들은 아밀로스함량이나 알칼리붕괴도가 거의 비슷하면서도 食味에 차이가 있기 때문에 식미에 관련된 물리적 특성의 하나인 쌀가루의 gel consistency를 米質選拔 指標로 이용할 수 있는 가를 연구하게 되었다. 1.4.5.11) 쌀의 gel consistency는 糊化시킨 쌀가루의 粘性을 나타내는 지표로서 糊화된 쌀가루 gel의

흘러간 길이에 따라 soft, medium 및 hard로 구분하는데 일반적으로 soft인 쌀의 食味が 좋은 것으로 알려져 있다^{1,2,4,11,12)}. 쌀가루의 gel consistency는 粘度計로 조사한 gel의 粘性和 負의 相關, 아밀로그래프로 측정된 setback 및 consistency와도 負의 相關을 보였으며^{1,11)} 밥알의 硬度和 粘着性과도 관계가 있었다^{1,6,11)}. 한편 gel consistency가 soft에 속하는 쌀은 알칼리 붕괴도로 조사한 糊化溫度가 중간에 속했으나 hard인 쌀은 낮은 호화온도를 보였다¹¹⁾.

* 建國大學校 農科大學(Coll. of Agri., Kon-Kuk Univ., Seoul 133-701, Korea)

** 이 論文은 '90년도 韓國科學財團 研究費支援(901-1504-015-2)에 의한 연구결과와 일부임. (92. 11. 25 接受)

쌀의 gel consistency는 품종간 및 재배환경간 차이가 있는 것으로 알려져 있는데¹⁰⁾ 이 특성을 良質米 육성과정에서 선발 자료로 활용하기 위하여는 품종간 및 재배 환경간 변이양상이 확실히 밝혀져야 하기 때문에 본 연구에서는 국내에서 재배하고 있거나 交配母本으로 사용하고 있는 벼 품종간 gel consistency의 변이 정도와 年次變異, 栽培時期 및 窒素施肥量에 따른 환경변이 양상을 밝힐 목적으로 수행하였고 이에 그 결과를 보고한다.

材料 및 方法

1. 쌀 gel consistency의 品種間 變異 및 年次 變異.

국내 장려 품종을 포함한 자포니카형과 통일형 품종들을 1988년부터 1992년에 걸쳐 경기도 여주군 소재 건국대학교 실습농장에게 普通期, 普通栽培 하였다. 栽植距離는 30×15cm로 하여 株當 1本植하였고 施肥量은 N-P₂O₅-K₂O=10-7-8 kg/10a수준이었다. 품종별로 출수기를 조사하였고 출수 후 45일 경에 수확하여 脫穀, 乾燥, 搗精하여 시험에 이용할 쌀을 얻었다.

Gel consistency를 조사를 위하여 품종별로 100mesh정도의 쌀가루 120mg을 13×100mm 시험관(pyrex no.9820)에 넣고 95% ethanol 0.2ml를 넣어서 쌀가루를 젓게 한 후 0.2N KOH 2ml와 0.025% thymol blue 몇 방울을 넣은 다음 시험관을 막는다. 이것을 vortex mixer로 잘 섞은 후 끓은 물 속에서 8분간 糊化시키고 완전히 糊化된 쌀가루 gel이 담긴 시험관을 꺼내 30분 동안 冷却시키고 이것을 30°C 恒溫상태에 수평으로 눕혀 놓고 60분동안 흘러간 gel의 길이를 측정하여 품종간 gel consistency를 비교하였다.

2. 播種期 및 窒素 施肥量에 따른 gel consistency의 變異

1989년에 오대벼를 비롯한 7개 품종을 재배시기를 달리하여 1차(4월 22일 파종, 5월 29일 이앙), 2차(5월 8일 파종, 6월 8일 이앙), 3차(5월

28일 파종, 6월 28일 이앙)로 구분하여 재배하였으며 시비수준은 각 재배시기에서 무비구와 보비구(10-7-8-kg/10a)를 두었다. 1990년에는 추청벼등 17개 품종을 공시하여 재배시기를 1차(4월 24일 파종, 5월 28일 이앙), 2차(5월 4일 파종, 6월 5일 이앙)로 구분하여 각 재배시기에 N-O, 10, 20kg/10a의 3개씩의 질소수준을 두고 재배하였다. 그 해의 재식방법은 (30+10)×12cm 竝木式으로, 株當苗數를 1本으로 하여 품종당 2열씩 심었으며 질소비료는 각 처리 수준에 맞추어 기비 50%, 1차 추비 30%, 그리고 2차 추비 20%를 사용하였고 인산과 칼리비료는 10a당 P₂O₅ 7kg 및 K₂O 8kg 수준으로 하여 전량 기비로 사용하였다. 기타 재배관리법은 중부지방 관행을 따랐으며 收穫, 調製 및 gel consistency 조사는 실험 1과 같이 하였다.

육성중인 系統의 시비량에 따른 gel consistency의 변이를 알아보기 위하여 1991년에 화성벼에서 유래된 M₄ 10계통, 수원 345호 유래 M₄ 11계통, M₄6/H.ADV F₆ 12계통 및 8개 비교품종 등 총 41계통 및 품종을 무비구와 보비구(N-10kg/10a)에서 각각 재배하였으며 시비량을 主區, 공시계통을 細區로 한 分割區 配置法 2반복으로 시험구 배치를 하였다. 4월 20일에 파종하고 5월 26일에 (30+15)×15cm의 竝木式으로 주당 1본씩 이앙하였으며 질소 비료는 기비 50%, 1차 추비 30%, 2차 추비 20%의 비율로 사용하였고 기타 재배관리는 관행대로 하였다. Gel consistency는 실험 1의 방법대로 조사하였다.

結果 및 考察

1. Gel consistency의 品種間 變異

1989년과 1991년에 재배한 품종 중 2년 모두 공시했던 자포니카형 25품종과 통일형 42품종의 gel길이의 품종간 變異정도를 頻度分布로 나타낸 것이 표 1이다.

'89년과 '91년의 조사치에 年次變異가 나타났으나 조사된 67개 품종가운데 85% 이상이 60mm이상으로서 국내에서 재배하고 있거나 交配親으로

Table 1. Frequency distribution and year variation of gel consistency of non-waxy rice varieties in 1989 and 1991.

Gel length	Japonica rice		Tongil rice	
	'89	'91	'89	'91
< 40mm	0	0	2	1
40.1-60.0	0	3	4	6
60.1-80.0	5	21	22	35
80.1-100	20	1	14	0
No. of var.	25	25	42	42
Mean, mm	84.6	69.3	73.0	66.7
Standard dev. mm	7.3	8.2	14.2	8.3
C.V., %	8.6	11.9	19.5	12.5

사용하고 있는 대부분의 품종의 쌀은 Cagampang¹⁾이 구분한 gel consistency의 3가지 범주중 soft에 속하는 것으로 나타났다. 통일형 품종 중 89년에 2품종, 1품종이 hard인 것으로 나타났는데 이들은 특수한 목적으로 選拔된 것이었다.

자포니카형과 통일형의 gel 길이의 平均値를 비교해 보면 89년에는 84.6과 73.0, 91년에는 69.3과 66.7로 자포니카형 품종의 平均値가 약간 긴 것으로 나타났는데 이는 통일형 품종중에 hard와 medium에 속한 품종들이 더 많았고 자포니카형 중에 80.1mm 이상되는 품종이 더 많았기 때문이다. 그러나 자포니카형과 통일형 모두 80mm 이상의 것들이 분포되어 있고 60mm 이상인 품종들이 주종을 이루고 있어 통일형의 gel 길이를 자포니카와 비슷하게 개량하는 것은 어려운 일이 아닐 것으로 생각한다. 쌀 gel consistency의 품종간 變異程度를 標準偏差와 變異係數로 추정해 보면 두 품종군 모두에게 變異가 존재하나 통일형 내에서의 품종간 변이가 자포니카형에서보다 더 큰 것으로 나타났다. 표에는 나타나 있지 않지만 장려 품종으로 栽培하였거나 현재 재배하고 있는 獎勵品種들의 gel consistency는 거의 모두가 60mm 이상의 범위에서 變異를 보였다.

2. Gel consistency의 年次變異

1988년에서 1992년까지 조사된 일부 品種의 gel 길이를 보면(표2) 재배년도에 따라 추정, 삼강 등 gel 길이의 變異가 큰 품종들이 있는가 하면 자

도나 소립메와 같이 gel 길이가 아주 짧으면서 거의 變異를 보이지 않는 것이 있었고 한강찰과 같은 찰벼 품종들은 最大値인 100mm에 가까우면서 年次變異를 작게 나타내는 품종들이 있었다. 재배년도에 따른 각 품종들의 年次變異 중 '90년의 자료는 전반적으로 낮게 기록되었는데 이것이 그해의 재배환경에서 온 것인지 조사상의 변이인지는 확실하지 않다.

표 1에서도 본 바와 같이 재배년도에 따라 gel 길이의 변이가 인정되기는 하지만 표 2에서 gel 길이가 아주 짧았던 자도와 소립메는 안정된 gel 길이를 나타냈으며 찰벼 品種과 같이 gel 길이가 아주 긴 것들도 年次變異가 크지 않았다. 또한 變異가 있다고 생각되는 품종들도 soft인 것이 medium이나 hard로 이동하는 경우는 '90년을 제외하고는 나타나지 않아서 동일한 재배년도의 품종 또는 계통간 비교를 통하여 선별하여도 큰 문제가 없을 것으로 생각한다.

3. 播種期에 따른 gel consistency의 變異

雜種世代에서 gel 길이에 대한 選拔을 하고자 할 때에는 登熟環境의 영향을 고려해야 하기 때문에 이를 검토하기 위하여 1989년과 1990년에 播種期和 비교시용량을 달리하여 재배, 수확한 후 이들의 gel 길이를 조사하였다. 1989년 시험에서(표 3) gel 길이에 큰 차이를 보이지 않는 7개 품종을 供試하여 播種期の 영향을 검토한 결과 4월 22일 파종한 보통기재배와 5월 8일 파종한 재배구와는 gel 길이의 차이를 인정할 수 없었고 5월 28일 파종구에서는 gel 길이가 다소 짧아지는 경향을 보였다.

1990년에는 4월 28일부터 10일 간격으로 4회에 걸쳐 17개 品種을 파종, 재배하여 gel consistency를 조사하였다. 供試한 17개 품종의 gel 길이를 쌀가루시료량 100mg과 120mg으로 나누어 조사하였고 파종기 및 질소시용량별로 품종 平均値를 나타낸 것이 표 4이다. 쌀가루 양을 100mg으로 한 것보다 120mg에서 다소 짧은 gel 길이를 나타냈으며 播種期移動에 따른 gel 길이는 큰 차이없이 약간씩의 變異를 보였으나 일정한 경향을 인정할 수 없었다.

Table 2. Year variation of gel consistency of selected rice varieties.

Variety	1988	'89	'90	'91	'92	Variety	1988	'89	'90	'91	'92
Chucheong	70.1	76.3	57.8	78.0	58.5	Samgang	87.6	69.0	-	66.0	-
Samgpung	88.0	83.3	-	65.0	-	M. 78	-	89.7	54.0	72.0	-
Dongjin	96.3	83.0	-	79.0	-	Jungwon	87.6	78.7	-	67.0	-
Dobong	99.3	86.7	75.7	73.0	82.7	Nampung	-	81.0	57.0	64.0	-
Gwangmyong	-	88.0	57.7	65.0	-	Yongmun	85.3	84.0	-	68.5	-
Hwaseong	92.7	95.0	58.7	85.5	69	Yongju	68.7	67.7	-	72.0	-
Odae	94.3	82.3	-	69.5	-	Jado	-	30.7	31.3	41.0	30
Bongkwang	92.7	84.3	54.7	63.3	71	Sorypmae	-	34.7	31.0	38.0	-
Hangangchal (glutinous)	-	99.0	-	92.0	-	Rikutono - rinmochi 1(glutinous)	-	100	-	80.0	-

Table 3. Gel consistency of several rice varieties at different sowing date and nitrogen level in 1989. (unit : mm)

Seeding date	April 22		May 8		May 28	
	N,F ¹⁾	S,F ²⁾	N,F	S,F	N,F	S,F
Odaebyeo	93.0	82.7	86.6	88.5	85.3	83.3
Koshihikari	82.6	86.7	89.5	89.0	83.4	72.3
Dongjinbyeo	88.0	83.0	93.3	84.7	71.3	63.0
Yeomyoungbyeo	-	-	92.3	89.0	75.2	66.7
Milyang 78	92.0	82.7	90.0	83.0	68.0	67.4
Josaengtongil	-	-	89.6	83.7	60.0	57.0
Norin 6	-	-	76.6	79.5	62.0	53.0
Average	88.9	83.8	88.3	85.3	72.2	66.1

1) N,F : Non-fertilizer plot 2) S,F : Standard-fertilizer plot

한편 播種期를 달리했을 때 나타나는 gel consistency의 변이정도가 품종간에는 다른 경향을 나타내어 (그림 1) 대골도와 자도는 파종기에 따른 變異幅이 아주 작았으며 IR 50과 추청은 변이가 다소 큰 품종에 속하여 늦게 파종하면 gel 길이가 짧아지는 경향을 보였으나 대부분의 품종에서는 그 변이가 큰 편이 아니었다. 그림에서와 같이 자도는 gel 길이가 아주 짧고 찰벼인 대골도는 gel 길이가 아주 긴 品種인데 이 두 품종의 gel 길이가 파종기에 따른 변이가 거의 없는 것으로 보아 쌀의 gel consistency가 극도의 hard 또는 soft에 속하는 품종은 播種期의 영향을 거의 받지 않는다고 할 수 있다. 쌀의 gel consistency를 검정하는 조건, 즉 試料量을 달리 했을 때에도 자도와 대골도는 변이가 아주 작았던 반면 인디카 품종 IR 50과 자포니카형인 추청은 시료량 120mg에서는 gel

의 길이가 훨씬 짧아졌고 파종기에 따른 變異도 작았는데 반하여 100mg에서는 파종기가 늦어짐에 따라 gel 길어도 다소 짧아지는 경향을 보였다. 특히 IR 50과 같은 품종은 시료량을 100mg으로 했을 때 질소 20kg 시용구에서 播種期를 늦추면

Table 4. Average gel consistency of 17 varieties at different sowing date and nitrogen level in 1990.

(unit : mm)

Sowing date	100mg rice flour			120mg rice flour		
	N-0 ¹⁾	N-10	N-20	N-0	N-10	N-20
Apr. 24	82.8	77.2	76.7	52.4	51.1	51.1
May 4	73.5	77.0	68.5	55.1	56.1	49.9
May 14	79.3	71.9	70.1	56.2	52.5	52.0
May 24	74.6	67.5	70.2	53.9	49.4	52.6

1) Nitrogen level : kg / 10a

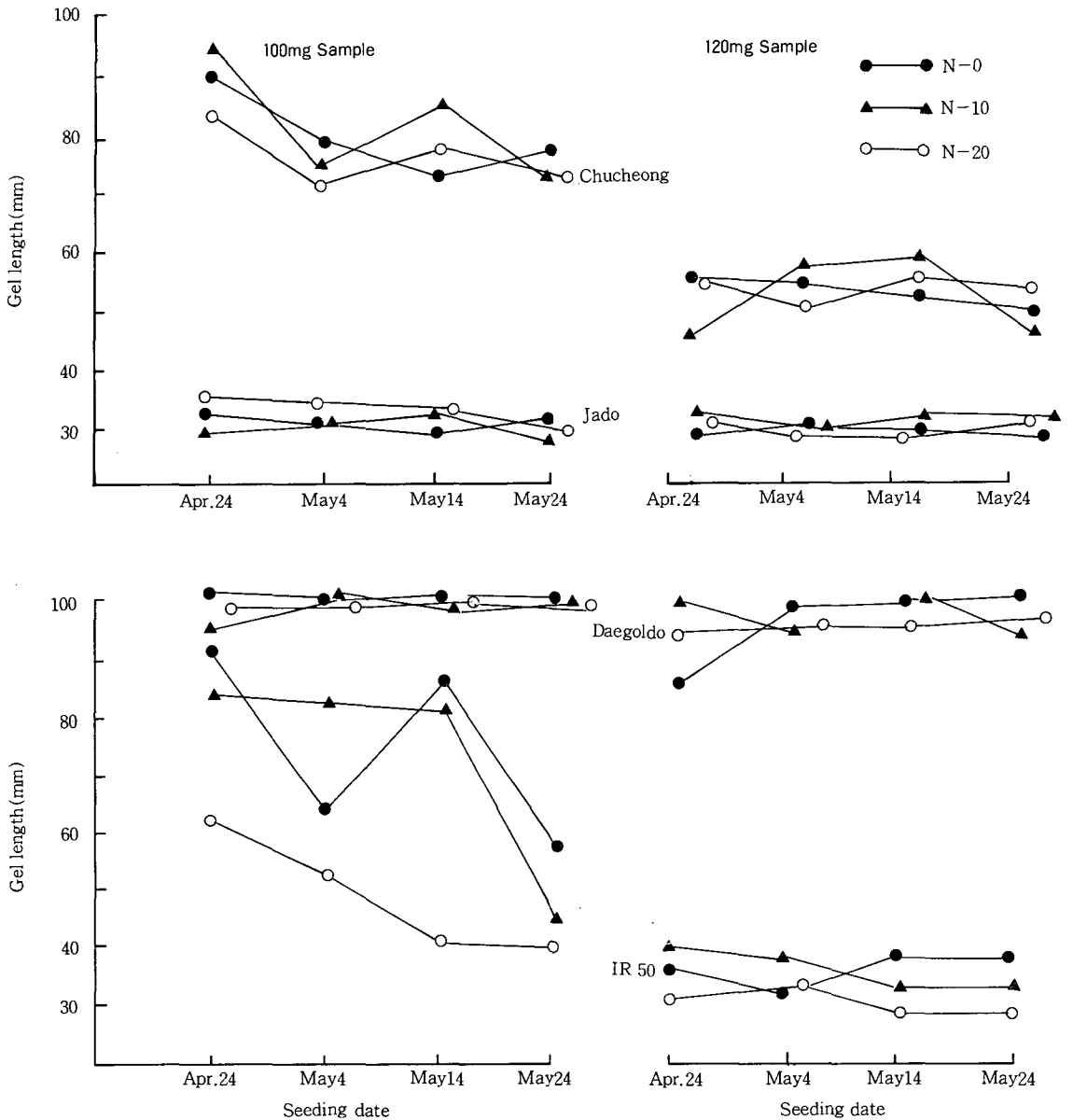


Fig. 1. Variation of gel consistency of four rice varieties at different seeding dates and nitrogen levels.

gel 길이가 점점 짧아지는 뚜렷한 경향을 보였고 질소 10kg 및 무질소구에서는 5월 24일 파종구에서 gel 길이가 크게 짧아지는 양상을 보이기도 했다. 그림에서는 나와 있지 않지만 미국 품종 Labelle도 IR 50과 비슷한 변이 양상을 보였다. 결국 파종기에 따른 gel consistency의 변이 양상

은 품종에 따라 달라질 수 있으나 필자들이 검토한 국내 재배 품종 중에서는 IR 50과 같이 큰 변이를 보이는 품종은 없었다.

4. 窒素施用量에 따른 gel consistency의 變異
肥料施用量에 따른 gel 길이의 변이를 보면 표 3

Table 5. Gel consistency of selected M₄ mutant and F₆ pedigree lines grown at non-and standard fertilizer levels.

Cross	Fertilizer level	Mean, mm				C.V., %		
		n	100mg	120mg	140mg	100mg	120mg	140mg
Hwaseong mut. (M ₄)	Non	10	84.6	65.8	57.3	5.3	6.3	11.3
	Standard	10	87.0	69.6	55.2	4.7	7.7	9.3
Hwaseong (CK)	Non	1	82.0	70.5	59.6	—	—	—
	Standard	1	85.4	70.7	54.3	—	—	—
S.345 mut. (M ₄)	Non	11	78.7	62.4	51.5	4.2	10.0	9.4
	Standard	11	80.7	65.6	51.1	6.2	5.9	11.0
S.345 (CK)	Non	1	75.0	59.9	49.0	—	—	—
	Standard	1	78.4	61.7	47.7	—	—	—
M.46/H.ADV F ₆ line	Non	12	79.8	63.6	51.4	3.8	8.2	9.2
	Standard	12	81.5	69.4	50.8	3.5	5.4	9.5
M.46 (CK)	Non	1	83.8	70.9	59.2	—	—	—
	Standard	1	88.2	70.8	57.8	—	—	—
H.ADV (CK)	Non	1	82.5	65.9	55.5	—	—	—
	Standard	1	77.7	66.7	44.0	—	—	—

Table 6. F-values of gel consistency (at 120mg sample) of M₄ and F₆ pedigree lines grown at different fertilizer levels.

Source of variation	Hwaseong mutant	S. 345 mutant	M.46/H. ADV F ₆ lines
Fertilizer levels	2.03 ^{NS}	1.84 ^{NS}	2.80*
Pedigree lines	1.57 ^{NS}	1.58 ^{NS}	1.03 ^{NS}
F × P	2.42*	0.51 ^{NS}	1.96 ^{NS}

에서 4월 22일과 5월 8일 播種區의 무비구와 普肥區간에 차이가 나타나지 않았으나 5월 28일 播種區에서는 무비구에 비해 보비구가 다소 짧아지는 경향을 보였다. 또한 표 4에서 17품종의 平均値로 본 질소시용량에 따른 gel길이의 변화는 일정한 傾向을 보이지 않아서 전체적으로 보아 供試한 品種들의 gel길이는 시비량에 따른 변이가 큰 편이 아니라고 할 수 있었다. 그림 1에서 나타낸 것과 같이 품종간에 窒素施用量에 따른 변이정도에 차이가 있어 gel길이가 아주 짧은 자도나 찰벼인 대골도는 질소시용량에 따른 변이가 거의 없었고 인디카 품종 IR 50은 쌀가루 시료량 100mg에서 질소시용량이 많아지면 gel길이가 짧아지는 경향이 있으며 다른 품종들은 질소시용량에 따른 변이가 비교적 작았다.

米質에 관련된 理化學的 특성 중 아밀로스함량, 알칼리붕괴도 및 蛋白質함량 등이 파종기 또는 질소시용량에 따라 확실한 변이를 보이고 있는데 반하여 gel길이의 변이가 뚜렷하지 않은 점은 관심을 가지고 더 검토할 과제이다. 그러나 국내 환경에 잘 적응하지 못하는 인디카 품종 IR 50 및 Labelle과 같이 재배환경에 따라 일정한 변이 양상을 보인 품종이 있었음을 고려한다면 gel consistency도 遺傳子型과 環境間 相互作用의 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

육성중인 系統의 질소시비량에 따른 gel consistency의 變異를 알아보기 위하여 화성벼 및 수원 345호 돌연변이집단과 M.46/H.ADV 잡종집단에서 gel consistency에 근거하여 選拔한 M₄ 및 M₆계통들을 무비구와 보비구에서 재배하여 gel길이를 조사한 결과(표 5, 6) 施肥水準, 反復 및 試料쌀가루 양에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 쌀가루 120mg씩을 사용하여 조사한 gel 길이에 대하여 시비수준을 주구, 공시계통을 세구로 하여 分散分析을 한 결과 3집단 모두 공시계통간에는 유의차가 인정되지 않았으며 M.46/H.ADV 교배 조합의 F₆ 계통을 재배했을 때 무비구와 보비구간의 차이가 인정되었고 화성벼 돌연변이 계통에서 비료시용수준과 공시계통간에 유의

한 相互作用이 인정되었다(표 6). 그러나 이와 같은 시비량간 유의차 그리고 시비수준과 공시계통간 상호작용은 실험 재료에 따라서 달라질 수 있는 특이한 현상이며 일반적인 현상은 아닌 것으로 판단되어 결국 본 실험에 공시한 각 재료집단내에서는 시비수준간 gel consistency의 차이가 없다고 할 수 있다.

결론적으로 재배품종 및 육성중인 계통의 쌀 gel consistency는 播種期 및 施肥量에 따라 큰 변이를 보이지 않았지만 일부 품종은 파종기가 늦어질수록 그리고 질소시비량이 많아질수록 gel의 길이는 다소 짧아지는 경향을 보였다. 이와 같은 결과에 근거하면 雜種集團에서 gel consistency를 검정할 때 극단적인 경우를 제외하고는 出穗期나 질소사용량에 큰 구애를 받지 않아도 좋을 것으로 생각하며 우리나라 환경에 잘 적응하는品種 또는 系統이라면 보통기, 보비 재배가 아니더라도 登熟에 큰 지장이 없는 범위내에서 동일 재배조건에서 생산한 쌀을 이용하여 gel consistency를 비교할 수 있을 것으로 판단하였다.

摘 要

Gel consistency의 재배환경에 따른 變異정도를 밝히기 위하여 國內 재배품종과 육성 중인 계통을 1988년부터 1992년 걸쳐 栽培時期를 달리하거나 窒素肥料水準을 달리하여 재배, 수확한 뒤 gel consistency를 조사하였다.

1. 품종간 gel consistency의 변이정도는 상당히 컸고 供試 품종수의 85%정도가 60-100mm의 gel 길이를 보여 soft에 속하였다.
2. 자포니카 품종의 gel 길이가 평균치가 통일형 품종의 평균치보다 컸으며 供試한 찰벼 품종의 gel 길이는 모두 최대값인 100mm에 가까웠다.
3. 年次變異가 작게 나타나는 품종과 크게 나타나는 품종들이 있으나 이것이 품종간 차이를 크게 뒤바꾸지는 않았다.
4. Gel 길이가 아주 길거나 아주 짧은 품종은 播種期에 따른 변이가 거의 없었으나 일부 인디카형 품종은 파종기가 늦어 질수록 gel 길이가 다소 짧아

졌다.

5. 재배품종과 육성중인 계통의 gel consistency는 窒素施肥量에 따른 큰 변이를 보이지 않았으나 일부 품종은 질소시비량이 많아질수록 gel 길이가 다소 짧아졌다.

引用文獻

1. Cagampang, G.G., C.M.Perez and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. *J.Sci. Food Agri.* 24:1589-1594.
2. Hsu, A.N. and S.Song. 1988. Relation between palatability evaluation of cooked rice and physicochemical properties of rice. Symposium on rice grain quality, Taiwan:91-104.
3. Juliano, B.O. 1982. An international survey of methods used for evaluation of the cooking and eating qualities of milled rice. IRRI research paper series No.77:1-28.
4. Juliano, B.O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. In Rice; Chemistry and Technology, AACC. p.443-524.
5. 具滋允. 1991. 쌀알의 外觀, 硬度 및 糊化特性의 品種 및 環境變異. 建國大 大學院 碩士學位論文: 1-26
6. 金光鎬, 蔡濟天, 林茂相, 趙守衍, 朴來敬. 1988. 쌀 品質의 研究現況, 問題點 및 方向. 韓國作物學會誌 33(別號):1-17
7. 金光鎬, 李賢碩. 1989. 韓國 벼 品種의 쌀 gel consistency. 韓國育種學會誌 21(4):275-282.
8. 金光鎬, 朱鉉圭. 1990. 벼 品種의 栽培地域에 따른 米質特性變異, I. 米質特性의 地域變異. 韓國作物學會誌 35(1):34-43.
9. 金光鎬, 崔海椿. 1990. 良質米의 理化學的 特性과 食味評價技術. 農振廳 '90輸入開放對策 심포지움 45:85-94.
10. 金光鎬. 1992. 벼 品種 및 栽培法에 따른 쌀가

루 gel consistency의 變異. 建國大 農資源開發論輯 17:15-25

11. Perea, C.M. 1979. Gel consistency and viscosity of rice. *Chemical aspects of rice*

grain quality, .IRRI, p.293-302.

12. Perez, C.M. and B.O.Juliano. 1979. Indicators of eating quality for non-waxy rices. *Food Chem.* 4:185-195.