

## 보리 分蘖性 同質遺傳子系統의 栽植密度 調節에 따른 特性 變化

千 鍾 殷\*

### Change of Agronomic Traits of Tillerling Isogenic Lines under Different Seedling Density in Barley

Jong Un Chun\*

**ABSTRACT :** Several major agronomic traits of 4 isogenic lines for tillering(Kindred, Morex) were investigated under the different seeding rates and seedling mortality grown in the pots. The normal-tillering phenotypes had higher grain yield(46%) and leaf area index(56%) than their uniculm isogenic counterparts. The assortment rate(69%) and 1,000 grain weight(27%) in uniculm type were greater than the normal type. Uniculm plants were earlier in heading(4~8 days) and maturing(2~3 days) dates compared with their counterparts. The grain yield was fitted to linear regression, ranged 0.659g to 0.5g per spike number.

On increasing the seedling mortality rates, the grains per spike and 1,000 grain weight were slightly decreased, but the grain yield per plot was decreased markedly because of decrease of spikes per plot. The assortment rate, leaf photosynthetic capacity and reproductive tiller number were increased with increase of seedling mortality. The grain yield was largely dependent on the number of spikes per plot on occurrence of seedling mortality. For the uniculm genotypes to be introduced and bred into a present leading variety, the isogenic lines were precisely tested in the open field for a couple of years.

**Key words :** Isogenic lines for tillering, Seeding rates, Seedling mortality, Uniculm, Normal, Grain yield, Number of spikes.

麥類 재배면적은 연차적으로 계속 감소되어 103,482정보에 불과하나<sup>1)</sup>, 겨울철 農休地의 資源化에 의한 耕地利用度向上, 農家所得向上 및 環境保全의 측면에서 매우 중요한 作物이다.

콤바인에 의한 機械收穫을 확대하고 이용 효율의 증진 및 品質을 향상시키기 위하여는 生育後期에 無效分蘖을 억제시켜 登熟이 均一하도록 하고 아울러 早熟品種의 개발이 필요하다. 올보리가

供試된 作況試驗<sup>14)</sup>에서  $m^2$ 당 莖數의 변화는 播種期에 비하여 最高分蘖期에 2.4倍, 收穫期에 1.2倍로 变화하였고, 狹幅播栽培時 有效分蘖數는 株當 0.2개에 불과하였다<sup>15)</sup>.

播種量이 증가하면 穩數가 증가되고<sup>17)</sup>, stress 生育條件에서는 後期分蘖이 증가한다<sup>3)</sup>. 밀은 小蘖性 遺傳子型이 多蘖性에 비하여 分蘖數가 44% 적고 出穗가 3일 빨랐다<sup>11)</sup>. Donald<sup>9)</sup>는 單稈

\* 순천대학교 농학과(Dept. of Agronomy, Sunchun National Univ., Sunchun 540-742, Korea)

\*\* 이 논문은 '94년도 한국과학재단연구지원에 의한 연구결과의 일부임.

(과제번호:941-0600-050-2).

<'95. 9. 16 接受>

(uniculm)이 禾穀類의 收量性을 極大化하기에 적합한 特性이라 하였으며, 늦게 발달된 藻子는 主莖에 비하여 收穫指數가 낮고<sup>2)</sup> 圃場條件에서 個體當 2개의 藻子만 生육시킨 것이 정상적인 分蘖區에 비해 수량이 높았다<sup>13)</sup>는 보고도 있다. 乾燥 또는 半乾燥地域에서 小蘖性 품종이 多蘖性 및 無分蘖性 품종 보다 15~17% 정도增收되었다<sup>10)</sup>.

單稈種이 정상 多蘖性 系統에 비해 出穗가 빠르고 稈長이 크고, 熟期는 비슷하나 葉出現率은 컷다<sup>5)</sup>. 또한 單稈種에서 播種量이 증가하면 成熟이 빨라지고  $m^2$ 당 穗數가 증가하고 1穗粒數 및 1,000粒重이 감소되었다.  $m^2$ 당 穗數가 穀粒收量의 가장 중요한 決定 要因이었고, 다음으로는 1穗粒數가 중요하였다<sup>6,8)</sup>. 또한 播種量이 증가하면 成熟期가 短縮되고 後期 分蘖이 감소되었다<sup>7)</sup>.

春播일 藻子의 致死率은 7~30% 정도였고 致死率과 穀粒收量과는 負의 相關, 藻子의 致死率과 有效 藻子數間에는 正 相關이 있었다<sup>16)</sup>. 有效 藻子數는 穀粒收量과 正 相關이 있고 無效藻子는 穀粒收量에 負의 方向으로 작용한다고 提言하였다. 穀粒收量은 穗數와 正의 相關關係가 있으나, 總分蘖數와는 相關이 없었다<sup>16)</sup>. 分蘖의 致死率은 溫度<sup>12)</sup>, 栽植密度<sup>4)</sup>의 영향을 받는다.

본 실험은 보리 分蘖性 Isogenic lines을 利用하여 播種量 및 缺株率에 따른 주요 形質의 变화를 調査하여 單稈種(uniculm) 系統의 利用 可能性을 檢討하였다.

## 材料 및 方法

本研究는 1994~1995년(2년간) 順天大學校 實驗포장에서 실시하였고, 보리 分蘖性 同質遺傳子 4계통 (미국 Alaska Fairbanks대학교 Dofing 교수로부터 분양받아 증식)을 풋트재배하여 播種量 및 缺株率에 따른 農業形質 및 品質特性의 变화를 조사하였다.

分蘖性 Isogenic lines 4계통(Kindred; normal-tillering vs. uniculm types, Morex; normal-tillering vs. uniculm types)의 종자를 10월 22일에 20°C에서催芽하여 10월 24일에 직경 25

cm의 풋트에 20, 26, 33, 40, 46개씩 (12, 16, 20, 24, 28kg /10a에 해당됨) 移植하였다. 缺株率試驗은 10월 24일에 직경 25cm의 풋트에 20주씩 이식하여 7일후에 풋트당 20, 18, 16, 12, 8주씩 (10a당 12kg의 파종량을 기준으로 하여 결주율 : 0, 10, 20, 40, 60%에 해당함) 남겨서 재배하였다.

풋트의 床土는 토양:토래:퇴비=2:1:1로 혼합하여 사용하였고 풋트당 2g의 복비(액류전용복비)와 봄에 추비로 요소 2g씩 사용하였다. 시험구 배치는 난괴법 5반복으로 하고 광합성능은 LCA-3(Aalytical Development Co. Ltd., U.K.)를 이용하여 4월 26~28일 오전 10:30~11:00 사이에 Parkinson leaf chamber (enclosed area : 6.25cm<sup>2</sup>)로 主莖의 第2葉身의 광합성능을 처리별로 3회 측정하였다. 엽록소함량은 엽록소계(SPAD-502, Minolta Camera, Co. Ltd.)를 이용하여 3~4회 측정하였다. 整粒率(%)은 原麥 100g을 스타이네크 縱目채 振動機에 1분간 체선하여 2.5mm 체위에 남은 試料를 定量하여 계산하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 栽植密度에 따른 보리 Uniculm 및 Normal 遺傳子型의 主要 特性의 比較

분열성 동질유전자 계통별 파종량(재식밀도)에 따른 각 형질들의 분산분석 결과는 表 1과 같다. 供試된 동질유전자 계통 및 재식밀도에 따른 주요 農業形질들은 고도의 有意의 差異가 있었다. 즉 出穗期, 成熟期, 稈長, 1穗粒數, 풋트당 穗數, 1,000粒重, 풋트당 穀粒重, 乾物重, 整粒率, 分蘖數, 光合成能 및 葉面積指數는 계통간 차이가 현저하였다. 또한 재식밀도에 따라 차이가 있는 形質은 稈長, 1穗粒數, 풋트당 穗數, 千粒重, 풋트당 穀粒重 및 乾物重, 整粒率, 光合成能 및 葉面積指數였다.

재식밀도에 따른 분열성 동질유전자 계통의 朴립중 및 주요 형질의 평균치는 表 2와 같다. 單稈性 Kindred(KU)는 재식밀도가 증가할수록 천립

Table 1. Mean squares for major agronomic traits of barley isogenic lines for tillering in the different seeding rates

SV	DF	Mean square												
		HD	MD	CL	GS	SP	TW	GW	DW	AR	MT	RT	APR	LAI
Variety (V)	3	206.7*	28.2**	656.1**	1030.1**	9352.6**	798.6*	1641.2**	1339.1**	16601.2**	41.1**	11.1**	8.7*	5761.0*
Seedlings (S)	4	1.8**	1.5**	129.3*	95.1**	936.3**	52.1	123.9*	191.9*	237.4**	2.1**	1.0**	29.2*	1338.1**
V×S	12	2.9*	1.7**	4.0**	9.6*	52.0	1.7**	110.4**	9.9*	25.1**	0.8**	0.6**	0.7**	446.2*
Error	40	1.1	1.0	5.0	4.9	749.3	2.7	292.5	6.8	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0

HD : Heading date, MD : Maturing date, CL : Culm length, GS : Grains /spike, SP : Spike /pot, TW : 1000 grain wt., GW : Grain wt. / pot, DW : Dry matter wt. / pot, AR : Assortment rate(> 2.5mm) (%), MT : Maximum tiller no., RT : Reproductive tiller no., APR : Apparent photosynthetic rate (CO<sub>2</sub> μmole m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), LAI : Leaf area index, \* Significant at the 1% level.

중이 크게 감소되었고 1穗粒數도 다소 감소되었다. 그러나 풋트당 穗數가 크게 증가되므로<sup>17)</sup> 곡립의 收量이 17~80%까지 증가되었으며, 乾物重도 증가되고 收穫指數도 다소 증가되었다. 多蘖性 Kindred(KN)는 재식밀도가 증가할수록 천립중과 1穗粒數가 감소되었다. 반면에 풋트당 穗數가 크게 증가되었고, 곡립의 收量은 풋트당 26株區(16kg /10a)에서 23%, 33株區(20kg /10a)가 20% 증가하였다. 이보다 조밀한 재식밀도에서는 增收幅이 낮아졌다.

單稈性 Morex(MU)의 재식밀도의 증가에 따른 주요 형질들의 변화는 單稈性 Kindred와 비슷한 경향을 보였다. 그러나 多蘖性 Morex(MN)는 재식밀도의 증가에 따라서 千粒重의 감소는 적었으며 풋트당 穗數가 약간 증가되었고 지나친 密植(46주구)에서는 1穗粒數가 크게 적어졌다. 穀粒重은 26~33株區에서는 감소되었으나 통계적有意差는 없었으며 40~46株區에서는 14%정도가 감소되었다.

系統間 出穗期, 成熟期를 보면 單稈性 Kindred 와 Morex(3월 24일)는 幼穗分化 및 出穗期가 多蘖性 계통에 비해 4~8일이 빨랐고 成熟期도 2일 정도 빨랐으나 早期 出穗 및 登熟初期의 低溫에 의하여 登熟期間은 오히려 2~6일 길었다. 그러나 본 연구는 主莖만 조사한 것이며, 分蘖莖을 고려한 實驗區 전체를 고려할 때는 多蘖性 계통의 登熟期間이 7일 이상 길었다. 따라서 單稈性 계통은 出穗期 및 成熟期가 빠르고 登熟이 균일하고 빠른 특성이 기대되며, 이 결과는 Dofing 等의 研究結果<sup>5,6,7,8)</sup>와 비슷하였다.

본 연구에서 單稈性 계통은 栽植本數의 증가에 의해 千粒重이나 1穗粒數가 다소 감소되나 穗數의 증가로 의해 곡립의 收量이 크게 증가하였다. 따라서 單稈性 계통은 穗數의 확보가 收量의 增減을 좌우하였다.

반면에 多蘖性 Kindred와 Morex는 재식밀도의 증가에 따른 穀粒收量性의 반응이 크게 달랐다. Kindred는 10a당 16kg 수준에서 最高收量을 보였고 密植에 따라 다소 감소되는 경향을 보였다. Morex는 10a당 12kg 수준(20株區)에서 最高收量을 보였고 밀식에 따라 계속해서 감소되는 경

Table 2. Mean values of grain weight and agronomic traits among barley isogenic lines for tillering in the different seeding rates

Variety	Seedling /pot	Trait								
		HD	MD	Grains / spike (no.)	Spike / pot (no.)	1000 grain wt. (g)	Grain wt. /pot(g)	Index (%)	Dry matter wt. /pot (g)	Harvest index(%)
KU	20	3/23	5/17	45	20e	38.6a	26.95d	100	25.89	51
	26	3/25	5/18	44	26d	38.1ab	31.43c	117	26.45	54
	33	3/24	5/18	43	33c	37.5ab	39.38b	146	28.02	58
	40	3/25	5/18	43	40b	33.5b	44.08a	164	28.75	61
	46	3/25	5/18	43	46a	33.0b	48.41a	180	30.06	62
	mean	3/24	5/18	44	33	36.1	38.05	141	27.83	57
KN	CV			5.4	29.3	8.1	22.10			
	20	4/2	5/21	52	40c	33.8a	41.63b	100	35.65	54
	26	3/30	5/21	51	45bc	32.0ab	51.29a	123	36.89	58
	33	4/1	5/20	50	53abc	31.2ab	49.82ab	120	39.46	56
	40	4/1	5/20	47	66a	30.6ab	46.34ab	111	42.29	52
	46	4/1	5/20	46	64ab	29.4b	45.10ab	108	46.53	49
MU	mean	4/1	5/20	49	54	31.4	46.84	112	40.16	54
	CV			6.0	22.5	6.4	29.2			
	20	3/25	5/20	36	20e	47.0a	24.22c	100	29.97	45
	26	3/24	5/18	31	26d	45.9a	28.90b	119	30.44	48
	33	3/24	5/19	28	33c	43.8ab	31.86b	132	35.22	48
	40	3/23	5/19	27	40b	42.9ab	37.98a	157	39.58	49
MN	46	3/23	5/19	26	46a	40.9b	40.98a	169	42.16	49
	mean	3/24	5/19	30	33	44.1	32.79	135	35.47	48
	CV			14.4	29.3	5.8	19.9			
	20	3/30	5/22	46	82a	29.9a	61.56a	100	43.67	59
	26	3/28	5/22	44	84a	28.0a	58.81a	96	48.38	55
	33	3/28	5/20	43	87a	26.6a	56.45a	92	51.14	52
MN	40	3/28	5/20	40	88a	25.7a	53.37b	87	52.59	50
	46	3/28	5/20	36	89a	25.3a	53.23b	86	56.33	49
	mean	3/28	5/21	42	86	27.1	56.68	92	50.42	53
	CV			9.8	6.6	8.3	7.6			

KU ; Kindred(uniculm), KN ; Kindred(normal), MU ; Morex(uniculm), MN ; Morex(normal).

HD ; Heading date, MD ; Maturing date.

향을 보였다. 품종간의 이러한 差異는 Morex는 分蘖性이 커서 播種量 12kg 수준에서 株當 4개 정도의 有效穗數가 확보되었기 때문으로 보인다.

재식밀도에 따른 분蘖성 동질유전자계통의 분蘖성, 생리적 특성 및 整粒率의 평균치는 表 3과 같다. 單稈性 Kindred는 재식밀도가 풋트당 20주에서 증가될수록 整粒率은 56%에서 34%로 감소되고 2.2~2.5mm 縱目체에 남은 中間粒은 반대로 증가되었다. 제2葉身의 光合成能은 밀식할수

록 감소되었으나 葉面積指數는 반대로 증가하였다. 多蘖性 Kindred는 밀식에 따라서 整粒率이 크게 감소되었고 單稈性 계통(48%)에 비해 25% 정도 낮았다. 또한 單稈性 계통보다 細麥率은 17%정도 높아서 품질이 불량하였다. 多蘖性 계통은 평균 3.1개 分蘖하여 有效穗數가 1.7개로 有效穗數 比率이 56%였다. 光合成能은 밀식에 따라서 감소하고 葉面積指數는 증가하였다.

單稈性 Morex의 整粒率은 평균 92%로 매우

높았으며 밀식에 따라서 약간 감소되었고 光合能 및 葉面積指數는 Kindred(KU)와 비슷한 변화 樣相을 보였다. 多蘖性 Morex의 整粒率은 평균치가 21%로 單稈性 계통에 비해서 극히 낮았다. 最高分蘖數는 평균 4.4개, 有效穗數는 2.8개로 有效穗數 比率은 63%였으며 밀식할수록 이들 分蘖數는 많이 줄어 들었다. 光合能 및 葉面積指數는 밀식에 따라 감소 또는 증가하는 경향을

보였다.

본 연구의 결과로 보면 分蘖性 isogenic lines의 비교에서 곡립의 收量性面에서는 多蘖性 계통이 有利하나 品質面에서는 單稈性 계통이 매우 우수하였다. Kindred는 品質과 收量面에서 單稈性 계통의 과종량을 적절히 조절한다면 多蘖性 系統에 비해 다소 有利하였다. 반면에 Morex는 품질에서는 單稈性 系統이 극히 우수하였으나 收量性

Table 3. Mean values of physiological, tillering and quality traits among barley isogenic lines for tillering in the different seeding rates

Variety	Seedling / pot	Trait								
		Assortment rate (%)			Maximum tiller no.	Reproductive tiller no.	Ratio	APR	CHL	LAI
		>2.5mm	2.2~2.5mm	<2.0mm						
KU	20	56a	33	11	1	1	1.0	10.6	49.8	2.2
	26	52b	38	10	1	1	1.0	9.6	48.1	3.1
	33	49c	40	11	1	1	1.0	8.3	47.2	3.2
	40	48d	41	11	1	1	1.0	7.0	46.8	3.5
	46	34e	50	16	1	1	1.0	5.9	46.0	3.7
	mean	48	40	12	1	1	1.0	8.2	47.6	3.1
	CV	16.2			0	0				
KN	20	30a	48	22	4.4	2.0	0.45	12.6	54.3	3.3
	26	25b	45	30	3.4	1.7	0.50	10.3	53.7	3.4
	33	22c	49	29	2.8	1.6	0.57	9.5	52.2	3.6
	40	21d	47	32	2.6	1.6	0.62	8.6	51.6	4.0
	46	18e	50	32	2.2	1.4	0.64	7.5	50.5	4.4
	mean	23	48	29	3.1	1.7	0.56	9.7	52.5	3.7
	CV	18.5			26.6	14.9				
MU	20	95a	3	2	1	1	1.0	9.6	54.2	1.7
	26	94a	4	2	1	1	1.0	9.0	54.0	2.0
	33	93ab	5	2	1	1	1.0	8.3	49.7	2.3
	40	91bc	7	2	1	1	1.0	7.5	48.0	2.5
	46	89c	8	3	1	1	1.0	7.0	47.6	2.7
	mean	92	5	2	1	1	1.0	8.3	50.7	2.2
	CV	2.6			0	0				
MN	20	26a	40	34	5.8	4.3	0.73	11.9	55.3	4.2
	26	22b	38	40	4.4	3.1	0.70	10.2	54.0	4.4
	33	20c	36	44	4.0	2.7	0.68	9.6	51.6	4.7
	40	19d	34	47	3.6	2.1	0.58	8.3	51.0	4.9
	46	17e	31	52	4.0	1.9	0.48	7.8	48.8	5.0
	mean	21	36	43	4.4	2.8	0.63	9.6	52.1	4.6
	CV	15.8			21.1	31.7				

KU : Kindred(uniculm), KN : Kindred(normal), MU : Morex(uniculm), MN : Morex(normal)

APR : Apparent photosynthetic rate ( $\text{CO}_2 \mu\text{mole m}^{-2} \text{S}^{-1}$ ), CHL : Chlorophyll content(SPAD), LAI : Leaf area index.

은 多蘖性이 极히 높았다. 實際 圃場에서 多年間의 반복 실험을 통해서 이들 isogenic lines의 收量性 및 기타 중요 특성의 비교가 수행되어야 할 것으로 생각한다.

보리 分蘖性 同質遺傳子 系統들의 재식밀도에 따른 주요 형질간의 單純 相關關係를 表 4에서 보면, 穀粒重은 出穗期, 成熟期, 1穗粒數, 穗數, 乾物重, 分蘖數 및 葉面積指數와 正 相關 관계가 있었으나 千粒重 및 整粒率과는 고도의 負의 相關關係가 있었고 整粒率은 千粒重과 고도의 正 相關 관계가 있었다. 光合成能은 出穗期, 成熟期, 1穗粒數, 分蘖數 및 葉面積指數와 正 相關이 인정되었다.

Isogenic line別 재식밀도에 따른 收量 關聯 形質들의 穀粒收量에 대한 多重回歸直線式은 表 5에서 보는 바와 같이 穗數( $X_1$ )의 寄與度가 가장 커고<sup>6,8,10)</sup> 1穗粒數는 多重回歸直線에 適合性을 다소 증가시켰다. 따라서 分蘖性 Isogenic line을 이용한 栽植密度 實驗에서 穀粒의 收量은 穗數에 의해 좌우되었다.

보리 分蘖性 isogenic line을 이용한 播種量 實驗에서 全 處理區를 평균한 單稈性과 多蘖性 系統間 差異를 보면(表 6), 多蘖性 系統의 穀粒收量 46%, 葉面積指數 56%, 有效分蘖數 125%가 각각 높았다. 반면에 單稈性 系統은 整粒率이 69%, 千粒重은 27%가 높았고 成熟期가 3일 빨랐다. 本研究는 풋트栽培하여 얻은 결과이므로 자연상태의 圃場條件下에서 多年間 反復實驗을 통한 주요 形質의 평가가 필요하다.

## 2. 缺株率에 따른 보리 Uniculm 및 Normal 遺傳子型의 主要 特性의 變化

分蘖性 同質遺傳子 系統別 缺株率에 따른 각 形質들의 分散分析 結果는 表 7과 같다. Isogenic line間 현저한 差異가 있는 형질들은 出穗期, 成熟期, 稗長, 1穗粒數, 穗數, 千粒重, 穀粒重, 乾物重, 整粒率, 分蘖數 및 光合成能 등이었다. 또한 缺株率間 差異가 현저한 형질은 有效分蘖數를 除外한 全 形質들이었다.

缺株率에 따른 分蘖性 同質遺傳子 系統의 穀粒重 및 主要 形질의 평균치는 表 8과 같다. 單稈性

Table 4. Correlation coefficients among several agronomic traits in barley isogenic lines for tillering in the different seeding rates

Trait	MD	GS	SP	TW	GW	DW	AR	MT	RT	PR	LAI
Heading date (HD)	0.722**	0.679**	0.506**	-0.622**	0.539**	0.464**	-0.735**	0.699**	0.519**	0.478**	0.446*
Maturing date (MD)	-	0.282*	0.550**	-0.402**	0.543**	0.569**	-0.402**	0.729**	0.677**	0.655**	0.597**
Grains/spike (GS)	-	0.200	-	-0.585**	0.383**	-0.025	-0.767**	0.487**	0.378**	0.453**	0.399**
Spike/pot (SP)	-	-	-0.835**	0.865**	0.876**	-0.703**	-0.703**	0.767**	0.757**	0.016	0.592**
1,000 grains wt. (TW)	-	-	-	-0.843**	-0.654**	0.937**	-0.718**	-0.718**	-0.615**	-0.081	-0.563**
Grain wt./pot (GW)	-	-	-	-	0.683**	-0.770**	-0.773**	0.755**	0.755**	0.066	0.573**
Dry matter wt./pot (DW)	-	-	-	-	-	-0.502**	0.662**	0.562**	0.562**	-0.010	0.439**
Assortment rate(>2.5mm)% (AR)	-	-	-	-	-	-0.703**	-0.576**	-0.576**	-0.576**	-0.186	-0.546**
Maximum tiller no. (MT)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.910**	0.525**	0.810**
Reproductive tiller no. (RT)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.498**	0.811**
Photosynthetic rate (PR)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.549**
Leaf area index (LAI)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* \*\* Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

Table 5. Multiple linear regression equations relating grain weight ( $Y_i$ ) in the different seeding rates

Equation	$R^2$
$Y_1 = 23.129 + 0.399X_1$	0.749*
$Y_2 = 11.428 + 0.378X_1 + 0.311X_2$	0.799*

X<sub>1</sub> : Spike /pot, X<sub>2</sub> : Grains /spike, Y<sub>i</sub> : Grain Wt. /pot

\* Significant at the 5% level.

Kindred(KU)는 缺株率이 증가할 수록 1穗粒數와 千粒重이 다소 증가하였다. 缺株率증가(穗數의 감소)에 의해서 穀粒重이 매우 크게 감소되었는데 10%의 缺株區는 11%, 20% 缺株區는 27%, 60%의 缺株區는 63%가 감소되었다. 多蘖性 Kindred(KN)는 缺株率의 증가에 따라서 1穗粒數, 千粒重이 크게 증가되었으나, 穗數의 감소에 의해서 收量이 10~36%까지 감소되었다. 또한 單稈性 Morex(MU)는 缺株率이 증가할수록 1穗粒數 및 千粒重이 약간 증가되었으나 穗數의 감소에 의해서 穀粒收量이 크게 감소되었는데 10%의 缺株時 18%, 20% 缺株時 28%, 40% 缺株時 51%, 60 缺株時 62%가 각각 감소되었다. 多蘖性 Morex(MN)는 缺株率의 증가에 따라 역시 비슷한 경향으로 감소되어 收量의 減收率은 16~37%였다. 單稈性 계통은 多蘖性 계통에 비해서 出穗가 5~9일, 成熟期가 1~3일 빨랐으나 登熟初期의 低溫에 의해서 登熟期間은 4~5일 길어졌다.

본 연구에서 單稈性 계통은 缺株率이 증가하면 1穗粒數와 千粒重이 약간 증가되었으나 풋트당

穗數가 크게 감소되어 穀粒收量이 크게 감소되었다. 또한 多蘖性 계통도 缺株率이 증가되었을 때 1穗粒數와 千粒重이 약간 증가되었으나 穗數가 크게 감소되어 穀粒收量이 크게 감소되었다. 多蘖性 계통은 缺株가 심하게 발생됨에 따라 分蘖數가 증가되었으나 결국 有效穗數가 감소되어 收量이 감소되었다.

缺株率에 따른 분蘖성 동질유전자 계통의 분蘖성, 생리적 특성 및 整粒率의 평균치는 表 9와 같다. 單稈性 Kindred는 缺株率이 증가함에 따라서 整粒率이 크게 증가되었고 葉綠素含量 및 光合成能도 증가되었다. 多蘖性 Kindred은 缺株率의 증가에 따라 整粒率이 증가되었으나 單稈性 계통의 평균치 68%에 비해서 18%로 매우 낮았다. 또한 缺株率이 심할수록 分蘖數와 有效穗數가 증가되어서 60% 缺株率 有效穗數가 5.7개로 2.6개가 증가되었다. 單稈性 Morex의 整粒率은 매우 높아서 평균치가 93%로 缺株 증가시 약간 증가하였고 葉綠素含量 및 光合成能도 증가되었다. 多蘖性 Morex는 缺株의 증가에 따라서 整粒率이 27%에서 42%로 증가되고 最高分蘖數 및 有效分蘖數가 증가되었다. 有效分蘖數는 對照區 2.3개에서 20% 缺株時 3.0개, 40% 缺株時 3.6개, 60% 缺株時 4.4개였다. 光合成 및 葉綠素含量의 변화는 비슷한 경향을 보였다. 缺株率의 증가에 따라 出穗 및 成熟期가 다소 늦어지는 경향이 있고 單稈性 계통이 多蘖性에 비해서 出穗期는 5~8일, 成熟期도 1~3일 빨랐으나 早期出穗에 의해서 登熟期間은 4~5일이 길어졌다.

多蘖性 계통의 풋트재배에서 蕎子의 致死率은

Table 6. Summary data of major traits for barley uniculm vs. normal-tillering lines in the different seeding rates

Classification	Trait											
	Grain wt. /pot(g)		Assortment rate(%)		Maturing date		Leaf area Index		Reproductive tiller no.		1000 grain wt.(g)	
	Uni	Nor	Uni	Nor	Uni	Nor	Uni	Nor	Uni	Nor	Uni	Nor
Mean	35.5	51.8	70	22	100	112	2.7	4.2	1.0	2.3	40.1	29.2
Index	100	146	100	31	5/18	5/21	100	156	100	225	100	73
SD	7.9	6.7	23.4	3.9	1.2	1.2	0.7	1.0	0	0.9	4.9	3.0
CV(%)	22.3	12.9	33.4	17.7	6.7	5.7	25.9	23.8	0	39.1	12.2	10.3

Uni : Uniculm type, Nor : Normal-tillering type, SD : Standard deviation.

**Table 7.** Mean squares for physiological and agronomic traits of barley isogenic lines for tillering in the different seedling mortality rates

SV	DF	Mean square												
		HD	MD	CL	GS	SP	TW	GW	DW	AR	MT	RT	APR	
Variety(V)	3	204.6**	70.7*	908.0**	540.7**	4609.6**	488.5**	1616.9**	837.4**	11740.6**	47.9**	21.7**	4.2*	
Seedling mortality(T)	4	4.3*	4.4*	52.5**	57.5**	341.3**	50.3**	720.6**	146.0**	145.4**	3.2*	1.5 <sup>ns</sup>	9.9**	
V×T	12	0.3 <sup>ns</sup>	0.2 <sup>ns</sup>	0.9 <sup>ns</sup>	1.9 <sup>ns</sup>	10.8**	1.5 <sup>ns</sup>	6.3**	6.1**	17.5**	1.3 <sup>ns</sup>	0.6 <sup>ns</sup>	0.1 <sup>ns</sup>	
Error	20	0.3	0.1	6.9	8.7	4.2	2.1	8.4	3.6	0.5	0.4	0.2	2.0	

HD ; Heading date, MD ; Maturing date, CL : Culm length, GS : Grains /spike, SP ; Spike /pot, TW ; 1000 grain wt., GW ; Grain wt. /pot. DW : Dry matter wt. /pot, AR : Assortment rate(> 2.5mm)(%), MT : Maximum tiller no., RT : Reproductive tiller no., Apr : Apparent photosynthetic rate ( $\text{CO}_2 \mu \text{Mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), LAI ; Leaf area index. \*,\*\* Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

**Table 8.** Mean values of grain weight and agronomic traits among barley isogenic lines for tillering in the different seedling mortality rates

Variety	Seedling		Trait							
	mortality (%)	HD	MD	Grains /spike (no.)	Spike /pot (no.)	1000 grain wt. /pot(g)	Grain wt. /pot(g)	Index (%)	Dry matter wt. /pot(g)	Harvest index(%)
KU	0	3/24	5/18	50	21a	41.97a	39.90a	100	31.83	56
	10	3/24	5/18	51	19b	43.30a	35.50a	89	23.44	60
	20	3/25	5/19	52	17c	45.10a	29.01b	73	22.85	56
	40	3/25	5/19	53	13d	46.40a	18.89b	47	19.82	49
	60	3/25	5/20	56	9e	47.40a	14.62c	37	16.34	47
	mean	3/25	5/19	52	16	45.56	27.58	69	22.86	54
KN	CV			5.8	28.7	6.4	36.9			
	0	4/1	5/20	56	64a	29.61c	59.88a	100	49.08	55
	10	4/2	5/21	59	60ab	29.90c	53.95ab	90	45.94	54
	20	4/2	5/21	63	54ab	31.53bc	52.51b	88	45.32	53
	40	4/3	5/23	64	50ab	33.10ab	43.89c	73	38.39	53
	60	4/3	5/23	65	46b	34.36a	38.46c	64	36.79	51
MU	mean	4/2	5/22	61	55	31.80	49.74	83	43.1	53
	CV			7.3	13.4	7.0	16.4			
	0	3/28	5/22	40	21a	41.40b	39.27a	100	28.24	58
	10	3/28	5/22	43	19b	46.70a	32.01ab	82	26.49	55
	20	3/28	5/23	44	17c	47.30a	28.14bc	72	25.58	52
	40	3/29	5/25	45	13d	48.70a	19.43cd	49	23.69	45
MN	60	3/29	5/26	46	9e	49.60a	15.01d	38	19.16	44
	mean	3/29	5/24	44	16	46.70	26.80	68	24.63	51
	CV			6.0	28.7	6.64	35.2			
	0	4/2	5/24	51	64a	33.26a	60.83a	100	36.99	62
	10	4/3	5/24	53	56ab	34.34a	51.36b	84	33.50	61
	20	4/3	5/25	54	52bc	37.21a	45.88bc	75	31.47	59
MN	40	4/4	5/26	55	45cd	38.11a	42.37cd	70	30.54	58
	60	4/4	5/26	57	40d	38.77a	38.32d	63	29.34	57
	mean	4/3	5/25	54	51	36.34	47.75	78	32.37	59
	CV			6.4	17.6	7.0	17.8			

KU ; Kindred(uniculm), KN ; Kindred(normal), MU ; Morex(uniculm), MN ; Morex(normal)

HD ; Heading date, MD ; Maturing date.

평균 23~27% 정도였고, 缺株가 증가함에 따라 總分蘖數 및 有效穗數가 감소되었고 穀粒收量도 감소되어 穗數와 穀粒重과는 正相關이 있었다<sup>16)</sup>.

缺株率에 따른 풋트당 穗數와 穀粒重과의 관계는 그림 1에서 보는 바와 같이 單稈性과 多稈性系統이 다소 다른 樣相을 볼 수 있었다. 單稈性系統은 缺株에 따른 穗數의 증가가 없었으나 多稈性系統은 缺株時에 分蘖의 증가로 어느 정도 缺株를

補償하였다. 供試 계통에 관계없이 穀粒의 收量은 穗數에 따른 直線回歸에 잘 適中되었다( $R^2 = 0.838^{**}$ ).

Isogenic line별 缺株率에 따른 收量 관련 형질들의 곡립수량에 대한 多重回歸直線式은 表 10에서 보는 바와 같이 穗數( $X_1$ )의 寄與度가 가장 커고 1穀粒數와 千粒重은 多重回歸直線의 適合性을 다소 증가시켰다. 따라서 分蘖性 Isogenic line을

Table 9. Mean values of physiological, tillering and quality traits among barley isogenic lines for tillering in the different seedling mortality rates.

Variety	Seeding mortality (%)	Assortment rate (%)			Trait				
					Maximum tiller no.	Reproductive tiller no.	Ratio	APR	CHL
		>2.5mm	2.2~2.5mm	<2.0mm					
KU	0	62e	33	5	1	1	1.0	9.0	42.0
	10	63d	28	9	1	1	1.0	10.5	43.6
	20	65c	18	17	1	1	1.0	11.0	44.0
	40	71b	16	13	1	1	1.0	11.5	44.6
	60	78a	20	2	1	1	1.0	12.1	46.6
	mean	68	23	9	1	1	1.0	10.8	44.2
	CV	9.3			0	0			
KN	0	13d	51	36	4.0	3.1	0.78	10.3	40.6
	10	15c	39	45	4.2	3.2	0.76	10.6	42.5
	20	18b	35	47	4.5	3.1	0.69	11.9	43.5
	40	20c	33	47	5.1	3.7	0.72	12.6	44.9
	60	25a	48	27	8.0	5.7	0.71	13.2	46.7
	mean	18	42	40	5.2	3.8	0.73	11.7	43.6
	CV	16.5			33.7	32.3			
MU	0	90d	8	2	1	1	1.0	9.0	45.7
	10	93c	5	2	1	1	1.0	9.0	46.2
	20	94b	5	1	1	1	1.0	10.5	48.7
	40	94b	3	3	1	1	1.0	11.0	48.7
	60	96a	3	1	1	1	1.0	11.6	49.9
	mean	93	5	2	1	1	1.0	10.3	47.8
	CV	2.28			0	0			
MN	0	27e	56	17	3.1	2.3	0.74	10.2	40.4
	10	30d	42	28	3.5	2.6	0.74	11.0	42.4
	20	37c	45	18	3.7	3.0	0.80	11.9	43.0
	40	40b	36	24	4.9	3.6	0.73	12.1	44.0
	60	42a	40	18	5.8	4.4	0.76	12.8	45.7
	mean	35	44	21	4.2	3.2	0.76	11.6	43.1
	CV	17.4			22.9	19.6			

KU ; Kindred(uniculm), KN ; Kindred(normal), MU ; Morex(uniculm), MN ; Morex(normal)

APR ; Apparent photosynthetic rate ( $\text{CO}_2 \mu\text{ mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), CHL ; Chlorophyll content(SPAD).

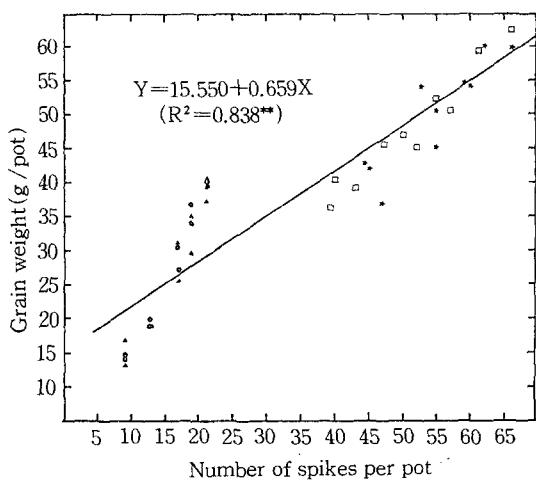


Fig. 1. Relationship between number of spikes per pot and grain weight in barley isogenic lines for tillering under the different seedling mortality rates. (●) Kindred-uniculm, (★) Kindred-normal, (▲) Morex-uniculm, (□) Morex-normal.

Table 10. multiple linear regression equations relating grain weight ( $Y_i$ ) in the different seedling mortality rates

Equation	$R^2$
$Y_1 = 15.550 + 0.659X_1$	0.838**
$Y_2 = 37.902 + 0.758X_1 - 0.490X_2$	0.881**
$Y_3 = 138.019 + 0.259X_1 - 0.747X_2 - 1.743X_3$	0.942**

$X_1$  : Spike /pot,  $X_2$  : Grains /spike,  $X_3$  : 1000 grain wt.,  $Y_i$  : Grain wt. /pot

\*\* Significant at the 1% level.

이용한 缺株率의 補償力 결과에서 收量에 영향을 미치는 형질중에서 穗數가 가장 중요한 要因이었다.

## 摘要

보리 分蘖性 isogenic line 4系統(Kindred, Morex)을 이용하여 播種量 및 缺株率에 따른 主要 形質의 變化를 조사하였다.

1. 多蘖性 계통은 單稈性 系統에 비하여 穀粒의

收量은 46%, 穗面積指數 56%가 높았으나, 單稈性 系統은 整粒率이 69% 千粒重은 27%가 높았다.

2. 單稈性 계통은 出穗期가 4~8일, 成熟期는 2~3일 빨랐다.
3. 穀粒收量은 穗數에 따른 直線回歸에 잘 適用되어 수수의 寄與度가 매우 커졌다.
4. 缺株率이 증가함에 따라서 1穗粒數 및 千粒重이 다소 증가하나 穗數의 감소로 穀粒의 收量이 현저히 감소되었다.
5. 반면에 缺株率이 증가될 때 整粒率, 穗의 光合成能 및 分蘖數가 증가하였다.
6. 分蘖性 isogenic line이 災害에 의해서 缺株가 발생시 穗數가 穀粒의 收量을 좌우하였다.
7. 單稈性 因子의 導入, 育種 및 普及을 위해선 이를 同質遺傳子 系統을 圃場에 多年間 反復 實驗하여 보다 정밀한 평가가 이루어져야 한다.

## 引用文獻

1. 農林水產部. 1993. 農林水產 통계연보. p. 500.
2. Bugbee, B.G and F.B. Salisbury. 1988. Exploring the limits of crop productivity: I. Photosynthetic efficiency of wheat in high irradiance environments. Plant Physiol. 88 : 869-878.
3. Common, J.C., and H.R. Klinck. 1981. Sequence and synchrony of culm development : Implications in breeding for limited tillering barleys. Barley Genetics IV : 533-536.
4. Darwinkel, A. 1978. Patterns of tillering and grain production of winter wheat at a wide range of plant densities. Neth. J. Agric. Sci. 26 : 383-398.
5. Dofing, S.M., M.G. Karlsson, and E.A. Hockett. 1991. Rate of leaf development in uniculm and normal barley isogenic lines. Barley Genetics VI : 519-521.

6. \_\_\_\_\_, C.W. Knight. 1992a. Alternative model for path analysis of small-grain yield. *Crop Sci.* 32 : 487-489.
7. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1992b. Heading synchrony and yield components of barley grown in subarctic environments. *Crop Sci.* 32 : 1377-1380.
8. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1994. Yield component compensation in uniculm barley lines. *Agron. J.* 86 : 273-276.
9. Donald, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17 : 385-403.
10. Hucl, P. and R.J. Baker. 1990. Seeding rate effects on low-tillering spring wheat in a semiarid environment. *Can. J. Plant Sci.* 70 : 9-17.
11. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1991. Performance of oligoculm spring wheats grown in semiarid environment. *Can. J. Plant Sci.* 71 : 199-203.
12. Ishag, H.M. and M.B. Taha. 1974. Production and survival of tillers of wheat and their contribution to yield. *J. Agric. Sci.* 83 : 117-124.
13. Islam, T.M.T. and R.G. Sedgley. 1981. Evidence for a 'uniculm effect' in spring wheat (*Triticum aestivum*) in a Mediterranean environment. *Euphytica* 30 : 277-282.
14. 맹돈재, 하용웅. 1984. 밀·보리작황시험. p. 320-324. 맥류연구소 시험연구보고서.
15. 농촌진흥청. 1988. 맥류신품종 지역적응시험 성적보고서. p. 77-150.
16. Sharma, R.C. 1995. Tiller mortality and its relationship to grain yield in spring wheat. *Field Crops Research* 41 : 55-60.
17. Simmons, S.R., D.C. Rasmusson and J.V. Wiersma. 1982. Tillering in barley : Genotype, row spacing, and seedling rate effects. *Crop Sci.* 22 : 801-805.
18. 송수현, 홍유기, 이동우. 1986. 보리에 있어서 동해보 상요인의 분석과 수량의 조기예측. *농시논문집(작물)* 28(1) : 84-93.