量的遺傳の研究 (第7報)

B. 大麥 (b) 稈長の遺傳と其の遺傳因子の量的支配價に關する研究

1. 芒穗型因子 A, E, H 及び芒長抑制因子 I_1 , I_2 の量的支配價について*

赤藤克己**・川瀬恒男**

SHAKUDO Katumi and KAWASE Tuneo: Studies of the quantitative inheritance (7) B. Barley (*Hordeum sativum*) (b). Inheritance of the height of culms and the quantitative function of the causal genes in their height determination. I. On the quantitative function of the genes A, E, H, I_1 and I_2 which mainly govern the length of awn and ear.

1. 緒言

筆者等は育種學の見地から主要作物の量的遺傳の研究に従事している。さきに赤藤 (1948-a, 1949-a, -b, 1950) は量的形質に關與する因子は、多くは多發性 (pleiotropous) であることを指摘し、因子の異形質に對する作用力如何を明確にすることが、育種學上大切であることを述べておいた。本報は上述の如き見地から竹崎 (1927) の芒穗型因子 A, E, H 及び赤藤 (1949-b) の芒長抑制因子 I_1 , I_2 の稈長に對する作用を究明したものである。

實驗の遂行に當り研究材料を供與せられ、終始懇切なる指導を賜つた竹崎嘉徳博士及び香川冬夫博士に深謝する。

2. 實驗材料及び方法

實驗には第1表に示せる如く芒穗型に關して因子分析の結果、因子關係の明かな材料を用いた。

實驗 No. 1 及び No. 2 は京大附屬農場において、No. 3 は京大高槻農場において、當教室の慣行法に従つて培養した。諸作業は努めて丁寧且平等に行い、稈長の測定は主として成熟後株拔し標準稈について行つた。基本調査の結果は大麥の稈長も水稻の稈長 (赤藤, 1948-c) の場合と全く同様である。故に筆者達は本研究においても、その品種の大多數が示す稈長に近いものの中、最も完全に發育している一稈を以て、その株を代表せしめ株の標準稈と稱し、これを測定調査した。

* 昭和26年5月26日受付 (要旨は昭和26年5月6日第91回日本作物學會講演會に於て發表。)

** 京都大學育種學研究室

Table 1. Total materials tested

No. of experiments	No. 1	No. 2	No. 3
♀ Varieties	YASAKU	TAISHO-MUGI	TASHIRO-BOOZU
Phenotypes of the length of awn and ear	Mm_1-b	$Ll-a$	Mm_1-c
Genotypes	C: AAEEhh I_1I_1	C: AAEEHH I_2I_2	C: AAEEhh I_1I_2
♂ Varieties	TAISHO-MUGI	HOCHO	HOONEN
Phenotypes of the length of awn and ear	$Ll-a$	$Lm_2'-c$	Mm_2-a
Genotypes	C: AAEEHH I_1I_1	C: aaEEHH I_2I_2	C: aaeeHH I_1I_2
Years of crossing	1947	1947	1927
Generations tested	F_8	F_8	F_7
Total lines cultivated	42	37	421
Total lines tested	9	9	115
Total individuals tested	666	659	10262

1. The symbols of the phenotypes and genotypes of awn and ear are the same as those already described by TAKEZAKI (1927) and SHAKUDO (1949-b).
2. C indicates a gene-complex.

3. 實驗結果及びその考察

A, E, H は A 因子が穗長に對して少々抑制的である以外は、何れも芒長及び穗長に對して増勢的に作用する完全優性の因子であり、 I_1 及び I_2 は芒長に對して抑制的に作用する不完全優性の因子である。尙 I_2 は側芒

長に對して強い抑制作用を示し、ホモに存在する場合とヘテロに存在する場合とにおいて抑制力を異にし、 I_2 因子相互の間に因子相互作用 (同質因子間作用 inter-autofactorial function) の現象が存在するものと考えられている (赤藤, 1949-b)。これら因子の芒長及び穗長に對する作用の形式は A, E, H は相乗的, I_1 及び I_2 は相加的である。第2表及び第3表は各因子の支配値を竹崎 (1927) 及び赤藤 (1949-b) によつて示したものである。

Table 2. The qualifying values of the genes A, E and H in multiplicative case (TAKEZAKI, 1927).

Genes	Qualifying values of genes concerned in the ear length	Qualifying values of genes concerned in the awn length
C	5.303±0.163	4.363±0.357
A	0.965±0.022	1.687±0.103
E	1.471±0.060	1.087±0.117
H	1.430±0.059	1.909±0.206

1. C indicates a gene-complex and unit in cm.
2. A=A×A, E=E×E, H=H×H

Table 3. The qualifying value of the genes I_1 and I_2 in the additive case.

Genes	Qualifying values and the values of the inter-autofactorial function of the genes concerned in the awn length.	Awn length in middle row (cm)	Awn length in lateral row (cm)
I_1	I_1	-0.082 ±0.222	-1.257 ±0.492
I_2	I_2	-0.956 ±0.066	—
	(I_2)	—	-8.819 ±0.178
	K(I_2)	—	-4.073 ±0.137

1. The genes associated are C, AAEHHMM, C indicating a gene-complex.
2. $I_1I_1=2I_1$, $I_2I_2=2I_2$, (I_2) : The qualifying effect of the gene I_2 in heterozygous state. K(I_2): The value of the gene I_2 brought about when it presents together with the same gene (inter-autofactorial function).

各芒穗型は既報 (竹崎, 1927, 赤藤, 1949-b) の如く極めて容易に識別されるので, 研究は雑種個體を各系統毎に各芒穗型に分離して行つた。その結果によると各組合せ共, 同一芒穗型に屬するものでも系統により稈長は必ずしも同じではなく, 稈長には前記以外の因子が更に關與せるものと考えられる。このことは品種保存圃の同一芒穗型に屬する品種間において, 稈長に相當著しい差異が認められる事實よりするも推察されることである。從

つて稈長の調査に當つては, 前記芒穗型因子以外の稈長に關與する因子の影響を除却する必要がある。

實驗 No. 1 は H と I_1 因子とによつて雑種後代に L1-a, L1-a-b, L1-b, Mm₁-a, Mm₁-a-b, Mm₁-b の6種類の芒穗型が出現するが, 同一芒穗型に屬するものでも系統により稈長は必ずしも同じではない。即ち H 及び I_1 以外にも稈長に關與する因子が存在していると考えられる。故にこれら不明の因子の影響を除くために, F_2 において I_1 がヘテロで H について HH 又は hh であつた系統, 即ち F_2 で L1-a : L1-a-b : L1-b 又は Mm₁-a : Mm₁-a-b : Mm₁-b を夫々 1:2:1 の比に分離する系統のみについて, 同一芒穗型に屬するものを取纏めて I_1 の稈長に對する作用を考察した。かくして本研究に供した系統数は, 育成系統數 42 の中の9系統である。これら2種類の分離類型においても, 系統間の稈長に前述の如き差違が認められる。然しこれらは何れも I_1 について單性分離をなす系統のみであるから, I_1 と他の稈長に關與する因子との間にリンケージ關係が存在しない場合には, 同一芒穗型に屬するものを取纏めて, I_1 の稈長に對する作用を考究しても何等支障はないものと考えられる。而して I_1 と稈長に關與する他の因子との間のリンケージ關係は, 極めて多數の系統を處理して研究を續けて來た現在においても見出されていない。従つて本研究においては一應そのような關係は存在しないものとして考察を進めた。

實驗 No. 2 においても No. 1 と相似た現象が認められる。依て No. 2 においても No. 1 の場合と同様に, F_2 において I_2 がヘテロで A について AA 又は aa であつた系統, 即ち F_2 において L1-a : L1-a-c : L1-c 又は Lm₂-a : Lm₂-a-c : Lm₂-c を夫々 1:2:1 の比に分離する系統のみについて, 同一芒穗型に屬するものを取纏めて I_2 の稈長に對する作用を考究した。

實驗 No. 3 は A, E, H 及び I_2 によつて雑種後代に 24 種類の芒穗型が出現するが, 稈長については No. 1 及び No. 2 の場合と略同様の現象が認められる。故に No. 3 においても實驗の正確を期するために A, E, H 以外の稈長に關與する因子について, 固定していると考えられる系統の把握に努めた。その結果 F_6 世代に至つて F_6 世代の系統番號 76 が, それに該當すると認定された。依て F_7 世代では更にこの點を確認した上で, 各芒穗型について固定又は單性分離をなす系統について A, E, H の稈長に對する作用を考究した。この場合 A, E, H は稈長に對しても完全優性を示すので, 同一芒穗型に屬するものは同一に取扱つた。第4表は以上の如くにして取纏めて得た各芒穗型の平均稈長を, 各實驗毎に表

Table 4. Mean values of the culm height in each phenotype of awn and ear.

No. of experiments	Phenotypes of the length of awn and ear	Genotypes	Average culm height and their P. E. (cm)	Standard deviations and their P. E. (cm)	Coefficient of variability and their P. E.
No. 1	LI-a	C. AAEEHHii	92.15±0.52	7.63±0.37	8.28±0.40
	LI-a-b	C. AAEEHHI ₁ i	92.64±0.29	7.46±0.21	8.05±0.22
	LI-b	C. AAEEHHI ₁ I ₁	94.68±0.50	7.43±0.35	7.85±0.37
	Mm ₁ -a	C. AAEEhhii	71.48±0.61	6.31±0.43	8.83±0.60
	Mm ₁ -a-b	C. AAEEhhI ₁ i	72.65±0.50	7.41±0.35	10.20±0.49
	Mm ₁ -b	C. AAEEhhI ₁ I ₁	76.00±0.74	6.02±0.52	6.61±0.69
No. 2	LI-a	C. AAEEHHii	83.93±0.47	6.58±0.34	7.84±0.40
	LI-a-c	C. AAEEHHI ₂ i	86.52±0.44	7.37±0.31	8.52±0.36
	LI-c	C. AAEEHHI ₂ I ₂	88.29±0.68	8.76±0.48	9.93±0.54
	Lm ₂ '-a	C. aaEEHHii	91.13±0.52	7.38±0.37	8.10±0.41
	Lm ₂ '-a-c	C. aaEEHHI ₂ i	91.71±0.32	6.43±0.22	7.01±0.24
	Lm ₂ '-c	C. aaEEHHI ₂ I ₂	92.50±0.58	8.01±0.41	8.66±0.44
No. 3	LI-c	C. AAEEHHI ₂ I ₂	84.75±0.25	6.96±0.12	8.21±0.14
	Lm ₂ '-c	C. aaEEHHI ₂ I ₂	86.16±0.16	7.39±0.08	8.58±0.09
	MI-c	C. AAeeHHI ₂ I ₂	73.36±0.21	7.96±0.10	10.85±0.14
	Mm ₁ -c	C. AAEEhhI ₂ I ₂	56.17±0.23	6.35±0.11	11.30±0.19
	Mm ₂ -c	C. aaeeHHI ₂ I ₂	76.63±0.19	7.66±0.09	10.00±0.16
	Ms-c	C. aaEEhhI ₂ I ₂	57.57±0.21	7.84±0.10	13.62±0.17
	Dm ₁ -c	C. AAeehhI ₂ I ₂	48.53±0.25	6.62±0.17	13.64±0.34
	Ds-c	C. aaeehhI ₂ I ₂	49.14±0.22	6.74±0.10	13.72±0.20

示したものである。

實驗 No. 1 及び No. 2 の成績によれば、I₁ 及び I₂ 因子は微弱ではあるが稈長にも作用し、芒長に對すると同様に不完全優性を示すが、作用の方向は芒長の場合と異なり増勢的である。實驗 No. 3 においては芒穗型を異にするに従つて稈長が異なり A, E, H 因子が稈長にも作用することは極めて明瞭である。尙同じく LI-a 又は LI-c であつても No. 1 と No. 2 又は No. 2 と No. 3 とでは稈長に違いが認められる。勿論 No. 1 及び No. 2 と No. 3 とでは、栽培せる場所及び年度を異にするので、環境の違いにもよるが主なる原因は前述せる如く稈長に關與する他の因子の存在によるものと考えられる。この點については目下實驗中であつて、稈長には既知因子以外に更に 2 乃至 3 個の因子が關與せるものの如くである。

4. 芒穗型因子の稈長支配價

次に各實驗毎に前記芒穗型因子の稈長に對する作用の形式を、第 4 表の數値について竹崎 (1927) の最小自乗法による方法によつて、相加的であるか相乗的であるかを既報 (赤藤, 1948-b, -c, 1949-a, -b, 1950) の如くにして検討した。その結果芒穗長抑制因子 I₁ 及び I₂ は

相加的 A, E, H は相乗的と認定される。第 5 表及び第 6 表は各因子の稈長に對する支配價を示したものである。

このように芒穗型因子は何れも稈長にも作用する。而して作用の形式は芒長又は穗長に對する場合と同様であるが、異形質に及ぼす作用の強さは種々である。I₁ は芒長及び稈長に對しては共に極めて弱く、I₂ は側芒長には相當大きな影響を與えるが、稈長に對しては極めて小さい。而も I₁ 及び I₂ は共に芒長に對して抑制的であるのに反して、稈長には稍増勢的である。A は芒長に對し

Table 5. The qualifying values of the genes I₁ and I₂ concerned in the culm height in the additive case.

No. of experiments	The gene and basic types	Qualifying values of the genes concerned in the culm height (cm)
No. 1	LI-a	91.39±0.339
	Mm ₁ -a	71.61±0.339
	I ₁	1.76±0.288
No. 2	LI-a	84.81±0.456
	Lm ₂ '-a	90.35±0.456
	I ₂	1.43±0.299

$$I_1 I_1 = 2 I_1, \quad I_2 I_2 = 2 I_2$$

Table 6. The qualifying values of the genes A, E and H concerned in the culm height in the multiplicative case.

No. of experiments	Genes	Qualifying values of the genes concerned in the culm height. (cm)
No. 3	C	49.70±0.024
	A	0.98±0.095
	E	1.15±0.095
	H	1.52±0.095

1. C indicates a gene-complex, unit in cm.

2. A=A×A, E=E×E, H=H×H

て強い増勢的な影響を與えるが、穂長及び稈長に對しては稍抑制的であり、Eは穂長に對して最も強く作用し、芒長に對しては比較的輕微である。又 H は芒長、穂長及び稈長に對して共に相當強い増勢的な影響を與える。Hが稈長にも作用することは既に高橋 (1942) 及び赤藤 (1948-a) が指摘せるところである。

このように大麥の芒長又は穂長に關與する A, E, H, I₁ 及び I₂ 因子も亦水稻のK_a (赤藤, 1949-a), G1 (赤藤, 1950), P₂ 及び P₃ (赤藤, 1949-a, 1950) 因子と同様に多發性の因子である。量的形質に關與する因子は、このように多くは多發的である、従つて育種學的には主要形質に關與する因子の、他の主要形質に對する作用力如何を明確にすることが大切である (赤藤, 1948-a, 1949-a, -b, 1950)。

引用文獻

- (1) 赤藤克己 (1948-a) : 農業及園藝. Vol. 23.
- (2) ——— (1948-b) : 遺傳學論文集. No. 1.
- (3) ——— (1948-c) : // No. 1.
- (4) ——— (1949-a) : // No. 2.
- (5) ——— (1949-b) : 遺傳學雜誌. Vol. 23.
- (6) ——— (1950) : 育種研究第4輯.
- (7) 高橋隆平 (1942) : 農業研究. Vol. 34.
- (8) 竹崎嘉徳 (1927) : 農事試驗場報告. No. 46.

Résumé

1. In this work, the writers intend to make clear, from the view point of plant-breeding, the genetical function in determining the culm height of the known genes A, E, H, I₁ and I₂ which mainly govern the length of awn or ear in barley. Materials used were F₃ (1949) and F₇ (1934) generation of three different combinations of crosses.

2. The conditions of cultivation of plant and the methods of investigation were the same as those already described in the senior writer's previous reports (SHAKUDO, 1949-a, -b, 1950).

3. The effects of the inhibitors I₁ and I₂ to the culm height are accumulative and of imperfect dominance, while those of the genes A, E and H to the same are of perfect dominance. And the qualifying effects the genes I₁ and I₂ to the culm height are additive, while those of the genes A, E and H to the same are multiplicative to the value of the basic gene-complex.

4. The qualifying values of the genes I₁ and I₂ for the culm height as calculated with the Prof. TAKEZAKI's (1927) least square method are 1.76±0.288(cm) and 1.43±0.299(cm) respectively, while those of the genes A, E and H are as follow: —

Genes	Qualifying values of the genes concerned in the culm height.
*C	49.70±0.024
A	0.98±0.095
E	1.15±0.095
H	1.52±0.095

* Unit in cm.

7. Besides these genes, at least a few other genes seem to be concerned with the culm height.

8. These results show, together with those already described in the senior writer's previous reports (SHAKUDO 1949-a, -b, 1950) certain data quite important in connection with plant-breeding.