

兩面交雜에 의한 Mouse 主要 形質의 結合能力 推定

I. 産仔數 및 生時体重에 對한 結合能力 推定

玄柄和*·崔光洙

慶北大學校 農科大學 酪農學科·日本名古屋大學 農學部

Estimation of Combining Abilities for Traits of Mice from Diallel Crosses

I. Estimation of Combining Abilities for Litter Size and Birth Weights of Mice from Diallel Crosses

Hyun, Byung Hwa*. Choi, Kwang Soo

Dept. of Dairy Sci., Coll of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

*Faculty of Agric., Nagoya Univ., Japan

Summary

The study was conducted to find out the gene effects on litter size and birth weights in mice with 362 progenies from full-diallel crosses of four lines of BALB/c, CBA, C3H and C57BL.

The progenies were farrowed at the Experimental Animal Farm, College of Agriculture, Kyungpook National University in November, 1984, and data were analyzed into general combining ability, specific combining ability and reciprocal effects with Griffing's model.

General combining ability effects estimated in line-crosses were $-0.4163 \sim 0.3337$ for litter size and $-0.0356 \sim 0.0894$ for birth weights. However, no significant differences were observed in general combining ability effects on litter size and birth weights.

Specific combining ability effects estimated in line-crosses were $-1.0388 \sim 1.7913$ for litter size and $-0.1144 \sim 0.1343$ for birth weights. However, the specific combining ability effects for litter size and birth weights appeared to be insignificant.

The reciprocal effects, which appeared to be significant, were -2.26 from BALB/c x C3H, 1.84 from CBA x C57BL and -1.50 from BALB/c x CBA for litter size. For birth weights, the reciprocal effects were estimated -0.26 from CBA x C57BL, 0.15 from BALB/c x CBA and -0.15 from BALB/c x C57BL.

緒 論

Mouse의 生時形質 卽 産仔數 및 生時体重 等は 環境의 影響을 많이 받는 形質로 알려져 있다.

Mouse의 産仔數는 遺傳力 推定值가 $0.04 \sim 0.15$ 로서 環境變異는 큰데 비하여 遺傳變異는 작은 形質로 報告되고 있으며(Falconer, 1960; Dalton & Bywater, 1963; Rahnefeld et al. 1966) 遺傳變異가 운데서도 優性效果만이 인정된다고 報告되고 있다(Miller et al, 1963).

El Oksh(1967)는 mouse의 生時体重에서 sire 效果는 거의 없었으나 dam의 效果는 61%로 아주 크게 나타났다고 發表하였고, Kidwell等(1960)은 生時体重에서 相反交雜 效果가 인정된다고 報告하였으나 Choi等(1985)은 mouse의 生時体重에 있어서 相加的 遺傳子 效果, 優性效果 및 相反交雜 效果는 나타나지 아니하나 母體效果는 인정된다고 報告하고 있다.

따라서 本 研究는 mouse의 生時形質에 대하여 一般結合能力 效果, 特殊結合能力 效果 및 相反交雜

効果 등을 推定하므로서 mouse의 生時形質에 關與하는 遺傳子 効果를 구명코자 수행된 것이다.

材料 및 方法

1. 供試材料

本 研究에 供試된 mouse 4 系統(BALB/c, CBA, C3H, C57BL)의 交配方法, 供試頭數, 飼養管理 및 形質의 調査方法 等은 Choi 等(1985; 慶北大 農學誌 3: 158~165)에 記述된 것과 같다.

2. 分析方法

産仔數 및 生時体重에 대한 調査 資料는 Griffing (1956)의 方法에 따라 Apple-II personal computer를 利用하여 分析되었다.

結合能力을 推定하기 위하여 利用한 Griffing의 數學的 模型은 다음과 같다.

$$X_{ij} = \mu + g_i + s_{ij} + r_{ij} + \frac{1}{bc} \sum_k \sum_l e_{ijkl}$$

where

X_{ij} : the mean progeny performance of a mating between a sire in line i and a dam in line j ; $i, j = 1 \dots p$

μ : the population mean

$g_i (g_j)$: the general combining ability effect for the i th (j th) parents

s_{ij} : the specific combining ability effect for the crosses between the i th and j th parents such that $s_{ij} = s_{ji}$

r_{ij} : the reciprocal effect involving the reciprocal crosses between the i th and j th parents such that $r_{ij} = -r_{ji}$

e_{ijkl} : the environmental effects

위의 模型에서 各 系統間 一般結合能力 效果와 各 交配組間 特殊結合能力의 效果를 推定하기 위하여 다음과 같은 制限을 加하였다.

$$\sum_i g_i = 0$$

$$\sum_i s_{ij} = 0 \text{ (for each } j \text{)}$$

위의 模型에서 各 要因에 대한 偏差의 平方和는 table 1에 나타난 式에 의하여 算出하였다.

Table 1. Analysis of variance component for Griffing's method I

S.V.	df	SS	MS	Expectation of MS
GCA	$p - 1$	Sg	Mg	$\sigma^2 + 2p \left(\frac{1}{p-1}\right) \sum g_i^2$
SCA	$p(p-1)/2$	Ss	Ms	$\sigma^2 + \frac{2}{p(p-1)} \sum_i \sum_j s_{ij}^2$
RE	$p(p-1)/2$	Sr	Mr	$\sigma^2 + 2 \left(\frac{2}{p(p-1)}\right) \sum_{i < j} r_{ij}^2$
Error	m	Se	Me	σ^2

where

GCA : general combining ability

SCA : specific combining ability

RE : reciprocal effects

$$Sg = \frac{1}{2p} \sum_i (X_{i.} + X_{.i})^2 - \frac{2}{p^2} X_{..}^2$$

$$Ss = \frac{1}{2} \sum_{ij} x_{ij} (x_{ij} + x_{ji}) - \frac{1}{2p} \sum_i (X_{i.} + X_{.i})^2 + \frac{1}{p^2} X_{..}^2$$

$$Sr = \frac{1}{2} \sum_{i < j} (x_{ij} - x_{ji})^2$$

그리고 各 要因에 대한 效果는 다음과 같이 推定하였다.

$$\hat{\mu} = \frac{1}{p^2} X_{..}$$

$$\hat{g}_i = \frac{1}{2p} (X_{i.} + X_{.i}) - \frac{1}{p^2} X_{..}$$

$$\hat{s}_{ij} = \frac{1}{2} (x_{ij} + x_{ji}) - \frac{1}{2p} (X_{i.} + X_{.i} + X_{j.} + X_{.j}) + \frac{1}{p^2} X_{..}$$

$$\hat{r}_{ij} = \frac{1}{2} (x_{ij} - x_{ji})$$

結果 및 考察

産仔數와 生時体重에 대하여 各 交配組間의 有意差를 檢定하기 위하여 分散分析한 結果는 Table 2와 같다.

Table 2에 나타난 바와 같이 産仔數는 交配組間에 有意差를 나타내지 아니하였으나 生時体重은 交配組間에 有意差를 나타내었다 ($P < 0.05$).

産仔數 및 生時体重에 대하여 一般結合能力, 特殊結合能力 및 相反交雜 效果 等の 有意差를 檢定하기

Table 2. Mean squares from randomized-block analysis of variances for litter size and birth weight

S.V.	df	Litter size	Birth weight
Mating group	15	8.88	0.08*
Blocks	2	12.65	0.07
Error	30	5.91	0.03

*: significant at 5%

위하여 分散分析한 結果는 table 3 과 같은데 一般 結合能力 및 特殊結合能力의 差異는 有意性이 인정되지 않았으나 相反交雜 効果는 産仔數와 生時体重에서 有意性이 인정되었다 ($P < 0.05$).

Table 3. Mean squares of combining ability and reciprocal effect for litter size and birth weight

S. V.	df	Litter size	Birth weight
GCA	3	0.78	0.03
SCA	6	1.99	0.01
RE	6	5.03 *	0.04 *
Error	30	1.97	0.01

*: significant at 5%

GCA : general combining ability

SCA : specific combining ability

RE : reciprocal effects

이러한 結果는 産仔數 및 生時体重에 있어서 供試된 4 系統間에 相加的 遺傳變異와 非相加的 遺傳變異가 差異가 없다는 것을 나타내는 것으로 Falconer(1960), Dalton & Bywater(1963), Rahnefeld et al(1966) 및 Choi et al(1985)의 報告와 一致된다.

産仔數와 生時体重에서 相反交雜 効果가 인정되고 있는 것은 Kidwell 等(1960)의 報告와 一致되는 것으로 이들 形質의 變異에는 伴性遺傳子의 效果가 作用하고 있음을 알 수 있다.

1. 一般結合能力 效果

産仔數 및 生時体重에 대한 系統別 一般結合能力 效果 推定値는 table 4 와 같다.

Table 4. Estimates of general combining ability effects in each line for litter size and birth weight

Line	Litter size	Birth weight
BALB/c	-0.4163	0.0894
CBA	0.3337	-0.0218
C3H	0.0837	-0.0318
C57BL	-0.0013	-0.0356
S.E. ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	0.4925	0.0026

$$S.E. (\hat{g}_i - \hat{g}_j) = \frac{1}{p} \hat{\sigma}^2$$

즉, 一般結合能力 效果 推定値는 産仔數에서 -0.4163~0.3337 그리고 生時体重에서 -0.0356~0.0894로서 系統間에 有意差가 없었다. 이는 이들 形質에 대한 一般結合能力의 效果 即 供試된 4 系

統間에는 相加的 遺傳子에 기인한 變異가 없음을 나타내고 있다.

2. 特殊結合能力 效果

産仔數 및 生時体重에 대한 交配組合別 特殊結合能力 效果 推定値는 table 5 와 같다.

즉, 産仔數에 대한 特殊結合能力 效果 推定値는 BALB/c × C3H 交配組合이 1.7913으로 가장 높았고 C3H × C3H 交配組合이 -1.0388로 가장 낮았으나 交配組合間 有意差는 인정되지 않았다. 生時体重에 있어서도 特殊結合能力 效果 推定値는 C3H × C57BL 交配組合이 0.1343으로 가장 높았고 C3H × C3H 交配組合이 -0.1144로 가장 낮았으나 交配組

Table 5. Estimates of specific combining ability effect in each line for litter size and birth weight

Mating group (sire × dam)	Litter size	Birth weight
BALB/c × BALB/c	-0.7088	-0.0469
BALB/c × CBA	-0.9588	0.0593
BALB/c × C3H	1.7913	0.0093
BALB/c × C57BL	-0.1238	-0.0219
CBA × CBA	0.4613	-0.0144
CBA × C3H	-0.2938	-0.0294
CBA × C57BL	0.7913	0.0157
C3H × C3H	-1.0388	-0.1144
C3H × C57BL	-0.4588	0.1343
C57BL × C57BL	-0.2088	-0.0969

$$S.E. (\hat{s}_{ii} - \hat{s}_{jj}) = \frac{2(p-2)}{2} \hat{\sigma}^2 (i \neq j)$$

$$S.E. (\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ij}) = \frac{1}{2p} (3p-2) \hat{\sigma}^2 (i \neq j)$$

合間에 有意差는 인정되지 않았다. 이러한 結果는 産仔數 및 生時体重은 特定 交配組合間에 優性效果 및 上位性效果 等に 差異가 없다는 것을 나타내고 있다.

Miller 等은(1963)은 mouse의 産仔數에 대하여 優性效果가 인정된다고 報告한 바 있으나 本 研究에서는 mouse의 系統을 固定시킨 Griffing의 第一模型(Griffing's method I)에 의한 分析으로 本 研究에 供試된 4 系統間에는 非相加的 遺傳變異가 없음을 나타내고 있다.

3. 相反交雜 效果

産仔數 및 生時体重에 대한 兩親 系統의 正逆交配에 따른 相反交雜 推定値는 table 6 과 같다.

즉, 相反交雜 效果 推定値는 産仔數 및 生時体重

Table 6. Estimates of reciprocal effect for litter size and birth weights

Trait	BALB/c	BALB/c	BALB/c	CBA	CBA	CBA	S.E. ($\hat{r}_{ij} - \hat{r}_{kl}$)
	\times CBA	\times C3H	\times C57BL	\times C3H	\times C57BL	\times C57BL	
Litter size	-1.50 *	-2.67 **	-0.33	1.34	-0.67	1.84 *	1.97
Birth weight	0.15 **	0.09	-0.15 **	-0.07	-0.02	-0.26 **	0.01

* : significant at 5 %

** : significant at 1 %

$$S.E.(\hat{r}_{ij} - \hat{r}_{kl}) = \hat{\sigma}^2$$

의 各 形質에 대하여 3個 交配組合에서 有意差를 나타내고 있으며 이러한 結果는 Kidwell 等(1960)의 報告와도 一致되는 傾向이다.

相反交雜 效果가 인정되는 交配組合 및 그 效果 推定値는 産仔數에 있어서 BALB/c \times C3H가 -2.67, CBA \times C57BL이 1.84 그리고 BALB/c \times CBA가 -1.50이었으며, 生時体重에 있어서는 CBA \times C57BL이 -0.26, BALB/c \times CBA가 0.15 그리고 BALB/c \times C57BL이 -0.15이었다.

이상의 結果로 보아 本 研究에 供試된 4 系統의 産仔數와 生時体重은 一般結合能力 效果 및 特殊結合能力 效果가 인정되지 아니하여 關與하는 遺傳子의 相加的 效果 및 非相加的 效果에 있어서 差異가 없다고 하겠다.

그러나 相反交雜 效果는 크게 인정되는 바 이는 이들 形質 發現에 있어서 交配組合의 決定은 重要한 要因이 됨을 나타내고 또한 同 交配組合에 있어서 産仔數와 生時体重에 대한 相反交雜 效果 推定値가 正負의 關係를 갖고 있어 兩 形質에 대한 同時 改良이 困難함을 示唆하고 있다.

摘 要

本 研究 는 mouse의 産仔數 및 生時体重에 대한

遺傳子 效果를 究明하기 위하여, BALB/c, CBA, C3H 및 C57BL의 4 系統을 兩面交雜시켜 生産된 後代 362마리를 대상으로 調査 分析한 것이다. 供試된 mouse는 1984年 11월에 慶北大學校 農科大學 附屬 動物飼育場에서 生産되었으며, Griffing의 方法에 의하여 一般結合能力, 特殊結合能力 그리고 相反交雜 效果 등이 分析되었다.

一般結合能力 效果는 産仔數에서 -0.4163~0.3337 그리고 生時体重에서 -0.0356~0.0894로 推定되었으나 有意差는 인정되지 않았다.

特殊結合能力 效果는 産仔數에서 -1.0388~1.7913 그리고 生時体重에서 -0.1144~0.1343으로 推定되었으나 有意差는 인정되지 않았다.

相反交雜 效果 推定値는 有意性이 인정되었는데 産仔數의 경우 BALB/c \times C3H에서 -2.36, CBA \times C57BL에서 1.84, BALB/c \times CBA에서 -1.50 이었고, 生時体重의 경우 CBA \times C57BL에서 -0.26, BALB/c \times CBA에서 0.15 그리고 BALB/c \times C57BL에서 -0.15이었다.

引用文獻

1. Choi, K. S., H.K. Park and B. H. Hyun. 1985. Genetic analysis for traits at birth and weaning in mice. Agric. Res. Bull. Kyungpook Natl. Univ. 3:158-165.
2. Dalton, D. C. and T. L. Bywater. 1963. The effects of selection for litter size and litter weight at weaning in mice maintained on two diet. Anim. Prod. 5:317-326.
3. El Oksh, H. A., T. M. Sutherl and J. S. Williams. 1967. Prenatal and postnatal maternal influence on growth in mice. Genetics 57:79-94.

4. Falconer, D. S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd ed. Longman, UK.
5. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crosses. Australian J. Biol. Sci. 9:463-493.
6. Kidwell, J. F., H. J. Weeth, W. R. Harvey, L. H. Haverland, C. F. Shelby and R. T. Clark. 1960. Heterosis in crosses of rats. Genetics. 45:225-231.
7. Miller, R. H., J. E. Legates and C. C. Cockerham. 1963. Estimation of nonadditive hereditary variance in traits of mice. Genetics. 48:177-188.
8. Rahnefeld, G. W., R. E. Comstock, Madho Singh, and S. R. Napuket. 1966. Genetic correlation between growth rate and litter size in mice. Genetics. 54:1423-1429.