

兩面交雜에 의한 Mouse 主要 形質의 結合能力 推定

II. 離乳時 體重과 60日齡 體重에 대한 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

II. Estimation of Combining Abilities for Body Weights at Weaning and at the Age of 60 Days

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 body weights at weaning and at the age of 60 days in mice, with 343 progenies from full-diallel crosses of four lines of BALB/c, CBA, C3H and C57BL.

The progenies were reared at the Experimental Animal Farm, College of Agriculture, Kyungpook National University from November, 1984 to February, 1985, and data collected from the progenies were analyzed into general combining ability, maternal effects, specific combining ability and reciprocal effects with Harvey's model.

General combining ability effects estimated in line-crosses were $-0.6033 \sim 0.5298$ for weaning weights and $-0.5086 \sim 1.0012$ for body weights at the age of 60 days. General combining ability for BALB/c and C57BL were significantly better than general combining ability for CBA and C3H for both traits ($P < 0.05$).

Maternal effects for C3H were significantly larger than the maternal effects of BALB/c for both traits ($P < 0.05$). The estimates of maternal effects were $-0.9678 \sim 0.4609$ for weaning weights and $-1.1886 \sim 0.7029$ for body weights at the age of 60 days.

Specific combining ability effects were estimated to be significant ($P < 0.05$), and the estimates were $-0.1999 \sim 0.3380$ for weaning weights and $-0.4056 \sim 0.3317$ for body weights at the age of 60 days.

Reciprocal effects were found to be largest in BALB/c \times C57BL and BALB/c \times C3H. The estimates were -0.5049 from BALB/c \times C57BL and 0.4972 from BALB/c \times C3H for weaning weights, and -1.0336 from BALB/c \times C57BL and 1.2793 from BALB/c \times C3H for body weights at the age of 60 days.

結 論

Mouse 는 系統이나 飼育條件에 따라 다소의 차이

는 있으나 妊娠期間은 18 ~ 22 日, 哺乳期間은 17 ~ 21 日이며 性成熟日齡은 40 ~ 50 日이다(李, 1983). 마우스에 있어서 離乳時體重은 새끼 自體의 遺傳的

資質과 어미의哺育能力 그리고 飼育 環境 等に 影響을 받으며, 60日齡은 繁殖供用期로서 60日齡體重은 繁殖能力 發現에 影響을 미치는 重要한 形質이기 때문에 이들 形質에 대한 遺傳變異 推定 및 結合能力 推定 等은 遺傳現象 구명에 있어서 중요한 과제이다.

Legates와 Farthing (1962)은 마우스의 21日齡體重에서 sire 效果는 4%에 不過하나 dam 效果는 52%를 차지한다고 보고하였고, Carmon (1963)은 Webster strain 等 4 系統을 交雜한 後代의 離乳時 體重에 대한 一般結合能力 效果의 差는 1.42 g, 그리고 特殊結合能力 效果의 差는 0.43 g 으로 發表하였고 Jamison 等 (1975)은 ICR 系統에서 育成된 4個 近交系統의 60日齡 體重에 대한 一般結合能力 效果의 差는 2.40 g, 그리고 特殊結合能力 效果의 差는 1.30 g 으로 보고하였으며, Kidwell 等 (1960)도 1~7 週齡사이의 各 週齡別 體重에 대한 特殊結合能力 效果의 有意差가 認定된다고 보고하였다.

母體效果에 대하여 Jamison 等 (1975)은 離乳時 體重的 경우 1.8 g, 60日齡 體重的 경우 1.8 g 으로, 그리고 Carmon (1963)은 離乳時 體重에서 2.93 g 으로 보고하였다. 相反交雜 效果에 대하여 Kidwell 等 (1960)은 8週齡 體重에서 有意差가 認定된다고 하였으며, 離乳時 體重的 相反交雜 效果 差에 대하여 Jamison 等 (1975)은 1.80 g, 그리고 Carmon (1963)은 2.16 g 으로 보고하였다.

따라서 本 研究은 마우스의 離乳時 體重과 繁殖供用期인 60日齡 體重에 대하여 一般結合能力 效果, 特殊結合能力 效果, 母體效果 및 相反交雜 效果 等을 推定하므로서 이들 形質에 關與하는 遺傳子 效果를 구명코자 수행된 것이다.

材料 및 方法

1. 供試材料

本 研究에 供試된 마우스 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

가. 資料의 補正

離乳時 體重 및 60日齡 體重에 影響을 미치는 要因인 frame의 段, 產次, 性 및 產仔數 等에 대하여는 Harvey (1979)의 最少自乘法에 의하여 各 要因의 水準別로 效果의 相對的 크기로서 補正係數를 算出하여 (table 1) 體重 實測值를 補正하였다.

Table 1. Least square estimates of the effects of line, frame stage, parity, sex, litter size on body weight at weaning and at the age of 60 days

Constant	No. of mice	Least square estimate	
		At weaning	At the age of 60 days
Line			
BALB/c	18	1.4822	3.0240
CBA	25	-0.0438	0.5347
C3H	17	-0.1734	-1.9916
C57BL	19	-1.4428	-2.7144
Crossbred	264	0.1778	1.1472
Frame stage			
High	106	0.1261(0.9895)	-0.2885(1.0038)
Medium	106	0.0140(1.0000)	-0.1965(1.0000)
Low	131	-0.1401(1.0148)	0.4850(0.9730)
Parity			
First	107	-0.3830(1.0491)	-0.6438(1.0468)
Second	181	0.2683(0.9858)	0.1585(1.0131)
Above second	55	0.1147(1.0000)	0.4853(1.0000)
Sex			
Male	183	0.1076(1.0000)	2.9425(1.0000)
Female	60	-0.1076(1.0207)	-2.9425(1.2969)
Litter size			
1 - 4	27	2.3609(0.8238)	1.7921(0.9298)
5 - 7	65	0.0903(1.0000)	-0.0718(1.0000)
8 - 9	148	-1.2330(1.1424)	-1.0504(1.0413)
10 - 13	103	-1.2181(1.1406)	-0.6699(1.0248)
Over all mean(μ)	343	10.5267	24.7703
Error variance		1.1046	3.4014

(): coefficient used in this study for adjusting the effects of different levels of each factor

나. 結合能力 推定

Table 1에 나타난 各 要因의 水準別 係數에 의하여 補正된 資料는 Harvey (1979)의 方法에 따라 分析되었는데 分析에 利用된 數學的 模型은 다음과 같다.

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + m_j + c_{ij} + r_{ij} + e_{ijk}$$

where

Y_{ijk} : the k th observation on the progeny from the i th line of sire and the j th line of dam

- μ : the over-all mean when equal sub-class numbers exit
- $g_i(g_j)$: the general combining ability effect for the i th (j th) line
- m_j : the maternal effect for the j th line dam
- c_{ij} : the specific combining ability effect
- r_{ij} : the reciprocal effect
- e_{ijk} : the random error

各 效果를 推定하기 위하여 다음과 같은 制限이 加해졌다.

$$\sum_i g_i = \sum_j m_j = \sum_i \sum_{j=1}^{p-1} c_{ij} = \sum r_{ij} = r_{ji} = 0$$

結果 및 考察

補正된 離乳時體重 및 60日齡 體重에 대한 一般結合能力 및 特殊結合能力 效果, 母體效果 및 相反交雜 效果 등에 대한 分散分析 結果는 table 2와 같다.

Table 2. Mean squares of the various effects for body weight at weaning and at the age of 60 days

Source of variation	df	Mean square	
		At weaning	At 60 days
General combining ability	3	16.8365 **	24.5395 **
Maternal effects	3	19.3503 **	30.6311 **
Specific combining ability	2	6.7019 **	10.9014
Reciprocal effects	3	9.7166 **	54.0353 **
Error	252	1.1046	3.4014

** : significant at 1 %

즉 補正된 離乳時體重 및 60日齡 體重에 대하여 一般結合能力 效果, 母體效果 및 相反交雜 效果는 모두 高度의 有意性を 나타냈으나 ($P < 0.01$), 特殊結合能力 效果는 離乳時體重에서만 有意성이 認定되었다 ($P < 0.01$). 이러한 結果는 마우스의 離乳時體重에 대하여는 相加的 遺傳子效果와 非相加的 遺傳子效果 등이 크게 作用하나 60日齡 繁殖供用期 體重에 대하여는 相加的 遺傳子 效果만이 作用하고 非相加的 遺傳子 效果는 크게 作用하지 않는다는 것을 意味하는 것으로 Kidwell 等(1960), Carmon (1963) 및 Jamison 等(1975)의 報告와 一致되는 傾向이다.

1. 一般結合能力 效果

離乳時體重 및 60日齡 體重에 대한 一般結合能力

效果 推定值 및 이 效果 推定值에 대한 Duncan(1955)의 多重檢定 結果는 table 3과 같다.

Table 3. General combining ability effects of the four lines with graphical results of the DMRT ($P = 0.05$) and general mean of body weight at weaning and at the age of 60 days

	GCA effects and DMRT ($P=0.05$)				Mean(μ)
	CBA	C3H	C57BL	BALB/c	
Adj. weaning wt.	-0.6033	-0.3343	0.4088	0.5298	11.1435 g
Adj. 60-day wt.	-0.5086	-0.4264	-0.0662	1.0012	29.4027 g

GCA : general combining ability
DMRT: Duncan's multiple range test

즉 離乳時體重에 대한 一般結合能力 效果 推定值는 BALB/c가 0.5298로서 C57BL의 0.4088과 差異가 없었으나, C3H의 -0.3343 및 CBA의 -0.6033 보다 높았으며 ($P < 0.05$), 一般結合能力 效果의 差는 1.13 g으로 이는 Carmon(1963)이 發表한 一般結合能力 效果의 差 1.42 g과 비슷한 傾向을 나타내었다.

60日齡 體重에 대한 一般結合能力 效果 推定值는 BALB/c가 1.0012로서 C57BL의 -0.0662와는 有意差가 認定되지 아니하였으나 C3H의 -0.4264 및 CBA의 -0.5086 보다는 높았다 ($P < 0.05$). 一般結合能力 效果의 差는 1.51 g으로, 이는 Jamison 等(1975)이 ICR의 近交系統에서 推定한 2.40 g보다 낮았는데 이러한 差異는 供試系統에 따라 相加的 遺傳子 效果가 다르게 作用하고 있음을 나타낸다.

2. 母體效果

各 系統의 母體效果 推定值와 이 推定值에 대한 Duncan(1955)의 多重檢定 結果는 table 4와 같다.

Table 4. Maternal effects of four lines with graphical results of the DMRT ($P=0.05$)

	Maternal effects and DMRT ($P=0.05$)			
	C57BL	BALB/c	CBA	C3H
Adj. weaning wt.	-0.9678	0.0544	0.4525	0.4609
Adj. 60-day wt.	-1.1886	0.0106	0.4751	0.7029

DMRT : Duncan's multiple range test

補正된 離乳時體重에 대한 母體效果 推定值는 C57BL이 -0.9678로 다른 3系統에 비하여 가장 낮았으며 C3H가 0.4609로 가장 높았고 ($P < 0.05$), 60日齡 體重에 있어서도 C57BL이 -1.1886으로 가장 낮았으며 C3H가 0.7029로 가장 높았다

($P < 0.05$).

母體效果의 差는 離乳時體重의 경우 1.43g 그리고 60日齡 體重의 경우 1.89g 이었는데, 이는 Jamison 等 (1975)이 보고한 離乳時體重의 경우 0.8g 및 60日齡 體重의 경우 1.8g 과 비슷한 경향이였다. 그러나 Carmon (1963)의 離乳時體重에 대한 2.93g 과는 差異를 보이고 있는 바 이러

한 結果는 供試系統에 따라 어미 마우스의 哺育能力에 差異가 있음을 나타낸다.

3. 特殊結合能力 效果

離乳時體重 및 60日齡 體重에 대한 特殊結合能力 效果 推定值 및 이 效果 推定值에 대한 Duncan (1955)의 多重檢定 結果는 table 5 와 같다.

Table 5. Specific combining ability effects of the six combination of four lines with graphical results of the DMRT ($P = 0.05$)

SCA effects and DMRT ($P = 0.05$)						
Sire	BALB/c	CBA	BALB/c	CBA	BALB/c	C3H
×	×	×	×	×	×	×
dam	C57BL	C3H	C3H	C57BL	CBA	C57BL
Adj. weaning wt.	-0.1999	-0.1999	-0.1381	-0.1381	0.3380	0.3380
Adj. 60-day wt.	-0.4056	-0.4056	0.0738	0.0738	0.3317	0.3317

SCA : specific combining ability

DMRT : Duncan's multiple range test

離乳時體重에 있어서 特殊結合能力 效果 推定值는 BALB/c × CBA 및 C3H × C57BL 交配組合이 0.3380 으로 다른 交配組合보다 높았고 ($P < 0.05$), 60日齡 體重에 있어서도 BALB/c × CBA 및 C3H × C57BL 交配組合이 0.3317 로서 BALB/c × C57BL 및 CBA × C3H 交配組合보다 높았다 ($P < 0.05$). 이는 이들 形質의 發現에 있어서 遺傳子의 非相加의 效果를 利用하기 위하여서는 結合能力이 良好한 交配組合을 택하는 것이 有利함을 나타낸다.

特殊結合能力 效果의 差는 離乳時體重의 경우 0.54g 그리고 60日齡 體重의 경우 0.74g 으로 Carmon (1963) 과 Jamison 等 (1975) 이나 報告한 0.43 ~ 1.3g 과 대체로 一致되는 경향이였다.

4. 相反交雜 效果

離乳時體重 및 60日齡 體重에 대한 各 交配組合別 相反交雜 效果 推定值는 table 6 과 같다.

즉 離乳時體重에 있어서 相反交雜 效果가 認定되는 交配組合 및 그 效果 推定值는 BALB/c × C57BL 이 -0.5049 그리고 BALB/c × C3H가 0.4972 이였다.

60日齡 體重에 있어서는 모든 交配組合에서 相反交雜 效果가 認定되었는데 특히 相反交雜 效果가 크게 나타난 交配組合 및 그 效果 推定值는 BALB/c × C57BL의 -1.0336 그리고 BALB/c × C3H의 1.2793 이였다.

또한 相反交雜 效果의 差는 離乳時體重에서 1.00g, 그리고 60日齡 體重에서 2.31g 이었는데 이는 Jamison 等 (1975)이 報告한 離乳時體重의 1.80g 및 56日齡 體重의 3.80g, 그리고 Carmon (1963)이 報告한 離乳時體重의 2.16g 에 비하여 낮은 것으로 그 原因은 供試 系統의 差異에 기인하는 것으로 생각된다.

이상의 結果를 綜合하면 一般結合能力 效果는 BALB/c 와 C57BL 系統이 우수하여 이 두 系統에

Table 6. Reciprocal effects of the six combination of four lines with graphical results of the DMRT ($P = 0.05$)

Reciprocal effects and DMRT ($P = 0.05$)						
Sire	BALB/c	CBA	BALB/c	CBA	C3H	BALB/c
×	×	×	×	×	×	×
dam	C57BL	C3H	CBA	C57BL	C57BL	C3H
Adj. weaning wt.	-0.5049 **	-0.2122	0.0078	0.2199	0.2850	0.4972 **
Adj. 60-day wt.	-1.0336 **	-0.6361 **	-0.2458 *	0.3904 **	0.6432 **	1.2793 **

* : significant at 5%

** : significant at 1%

DMRT : Duncan's multiple_range test

는 相加的 遺傳子 效果가 크게 作用하고 있음을 나타내었다. 그러나 母體效果는 C3H 및 CBA 系統에서 크게 나타나 各 系統의 遺傳的 組成에 차이가 있음을 나타내고 있으며, 特殊結合能力 效果는 一般結合能力 效果의 크기가 다른 系統間 交配인 C3H × C57BL 및 BALB/c × CBA에서 크게 나타났는 바 이는 C57BL 및 BALB/c에는 優性對立遺傳子가 그리고 CBA 및 C3H에는 劣性對立遺傳子가 많이 作用하고 있음을 示唆하고 있다.

相反交雜 效果는 BALB/c × C3H에서 正의 效果가, 그리고 BALB/c × C57BL에서는 負의 效果가 크게 나타나서 交雜改良의 경우 BALB/c × C3H 그리고 C57BL × BALB/c 組合이 優秀한 것으로 구명되었다.

摘 要

本 研究는 마우스의 離乳時體重 및 60日齡 體重에 대한 遺傳子 效果를 구명하기 위하여, BALB/c, CBA, C3H 및 C57BL의 4 系統을 兩面交雜시켜 生産된 後代 343마리를 대상으로 調査 分析한 것이다. 供試된 마우스는 1984年 11月부터 1985年 2

月까지 慶北大學校 農科大學 附屬動物飼育場에서 飼育되었으며, Harvey의 方法에 의하여 一般結合能力, 母體效果, 特殊結合能力 및 相反交雜 效果 등이 分析되었다.

一般結合能力 效果는 離乳時體重에서 $-0.6033 \sim 0.5298$ 그리고 60日齡 體重에서 $-0.5086 \sim 1.0012$ 로 推定되었으며, 두 形質에 대한 一般結合能力 效果는 BALB/c와 C57BL이 CBA와 C3H보다 우 수하였다 ($P < 0.05$).

母體效果는 C3H가 BALB/c보다 크게 나타났다 ($P < 0.05$). 母體效果는 離乳時體重에서 $-0.9678 \sim 0.4609$ 그리고 60日齡 體重에서 $-1.1886 \sim 0.7029$ 로 推定되었다.

特殊結合能力 效果도 有意성이 認定되었는데 ($P < 0.05$), 그 效果 推定値는 離乳時體重에서 $-0.1999 \sim 0.3380$ 그리고 60日齡 體重에서 $-0.4056 \sim 0.3317$ 이었다.

相反交雜 效果는 BALB/c × C57BL 및 BALB/c × C3H에서 크게 나타났는데 離乳時體重에 있어서 效果 推定値는 各各 -0.5049 및 0.4972 그리고 60日齡 體重에 있어서 效果 推定値는 各各 -1.0336 및 1.2793 이었다.

引 用 文 獻

1. Carmon, J.L. 1963. Heterosis, combining ability and maternal effects in mice. *J. Genet.* 58:225-231.
2. 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.
3. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* 11:1-42.
4. Harvey, W.H. 1979. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. *Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture.* pp.123-141.
5. Jamison, M. G., J. M. White, W. E. Vinson and K. Hinkelman. 1975. Diallel analysis of growth traits in mice. *Genetics.* 81: 369-376.
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. 李榮純. 1983. 實驗動物學. 서울大學校出版社
8. Legates, L. E. and B. R. Farthing. 1962. Selected for growth and maternal performance in mice. *J. Animal Sci.* 21:974.