性、飼料条件および生育過程の異なるラットにおける 肝遊離アミノ酸濃度について*

大 沢 猛, 中 村 かほる, 矢 島 和 子, 西 郷 光 彦
東京農業大学

On the Concentration of Free Amino Acids in Liver of Rats Different in Sex, Feeding Condition and Growing Stage

Takeshi Ōsawa, Kahoru Nakamura, Kazuko Yazima and Mitsuhiro Saigō
Tokyo University of Agriculture

This study was undertaken to clarify the effects of difference in sex, feeding condition and growing stage on the concentration and pattern of free amino acids in the liver. The results were as follows:

1. Although female rats gave about 20% lower values for the concentrations of both essential and nonessential free amino acids in the liver compared with those of male rats, their percentage patterns were similar to each other. The concentrations of Glu, Tyr, Val, Ileu, Leu and Phe, were particularly lowered in female rats.

2. In rats receiving a protein free diet, the concentrations of Lys and His were elevated, but those of Val, Ileu, Leu and Phe were lowered compared with these values in rats receiving a standard diet. On the other hand, only Ser among non-essential amino acids was increased. The free amino acid pattern was remarkably different in the same way between the two groups.

In fasted rats, only Thr among essential amino acids and most of non-essential amino acids were much lowered. But the pattern for other amino acids was almost similar to that of the standard group.

3. Free amino acid concentration was changed in rats after growing as follows: (1) Thr and Ala were increased, (2) Ser, Glu, Gly, Cys, Met, Leu and Phe were decreased. Val, Ileu, Lys and His were almost unchanged.

Jap. J. Nutr., 34 (6) 263~270 (1976)

生体内における遊離アミノ酸変動に関する基礎的研究は、血漿遊離アミノ酸を中心にして行われてきた。Henderson ら¹⁾, Hill ら²⁾ が絶食および無蛋白飼料投与時の、また Leibholz ら³⁾ が経過変化による動態を明らかにした。しかしながら、器官中の遊離アミノ酸の変動に関する基礎的研究は、少ないように思われる。著者らは、特に蛋白質代謝の要とも考えられる肝臓の遊離アミノ酸の変動に着目し、今回手初めにその基礎的な研究として、性別、飼料条件および生育過程における変化を調べ、今後の実験計画の参考ともなるべき若干の知見を得たので報告する。ここにいう飼料条件とは、無蛋白飼料並びに絶食を条件としたものである。

1. 性別による肝遊離アミノ酸の相違 (実験 I)

実験方法: 実験動物は、80 g 前後のウィスター系ラットを用い、雄区、雌区の2区を設け、それぞれの区を5匹ずつとし5日間飼育した。

* 肝遊離アミノ酸濃度に関する基礎的研究 (第1報)

飼料配合は表1に示す通りであり、飼料並びに水は自由に摂取させた。

遊離アミノ酸は、12時間絶食後屠殺して肝臓を摘出し、ピクリン酸による除蛋白汁液を用いてアミノ酸自動分析器（三田村理研アミノ酸自動分析器）により定量した。

実験結果および考察：体重増加量並びに肝重量は、表2および表3に示す通りである。

雌区は、雄区に比べ体重増加量並びに肝重量が僅

Table 2 Change in body weight in exp. I (g)

	Initial	Final	Gain	Gain/Day
Male	87±5.7*	111±8.1	23±4.1	4.6±0.8
Female	83±5.7	101±7.2	19±4.9	3.8±1.0

* Mean value±standard error

Table 3 Liver weight in exp. I (g)

Male	Female
4.2±0.6*	3.5±0.3

* Mean value±standard error

Table 5 Free amino acid pattern in liver of male and female rats (%)

	Male	Female
Asp	8.4±1.2	9.7±1.7(115)
Thr	5.4±1.4	4.9±1.8(91)
Ser	8.3±2.0	8.3±2.8(100)
Glu	21.1±2.5	19.9±3.4(94)
Pro	0.8±0.4	0.9±0.1(113)
Gly	12.6±0.9	13.1±3.1(104)
Ala	14.5±3.1	15.3±5.5(106)
Cys	3.4±1.4	2.4±0.9(71)
Val	2.6±0.3	2.5±0.5(96)
Met	0.3±0.1	0.2±0.2(67)
Ileu	1.9±0.3	1.7±0.2(89)
Leu	3.3±0.5	3.0±0.6(91)
Tyr	1.6±0.5	1.3±0.3(81)
Phe	1.3±0.2	1.1±0.2(85)
Lys	13.5±1.6	13.9±3.0(103)
His	1.1±0.5	1.9±0.9(173)

* Mean value±standard error

(): Female/male×100

Table 1 Composition of experimental diet(g)

Casein	18.0
Dextrin	69.4
Soybean oil	8.0
Mineral mixture*	4.0
Choline chloride	0.1
Vitamin mixture**	0.5

* Mineral mixture : McCollum salt No. 185

** Vitamin mixture : Panvitan powder
(Takeda Chemical Ind., Ltd.)

Table 4 Concentration of free amino acids in liver of male and female rats (mg/100 g)

	Male	Female
Asp	10.7±1.9	9.8±2.1 (92)*
Thr	7.0±1.8	4.9±1.8 (70)
Ser	10.6±2.7	8.3±2.8 (78)
Glu	26.8±2.2	20.1±3.9 (75)**
Pro	1.0±0.5	0.9±0.1 (90)
Gly	16.2±1.7	13.4±3.9 (83)
Ala	18.6±4.6	15.1±4.5 (81)
Cys	4.5±1.9	2.5±1.0 (56)
Val	3.3±0.4	2.4±0.4 (73)**
Met	0.4±0.1	0.2±0.1 (50)**
Ileu	2.4±0.3	1.7±0.2 (71)***
Leu	4.2±0.6	2.9±0.5 (69)**
Tyr	2.1±0.7	1.3±0.2 (62)**
Phe	1.7±0.2	1.1±0.2 (65)***
Lys	17.2±2.4	14.2±4.0 (83)
His	1.4±0.7	2.0±1.0 (143)
Total	128.1±5.7	100.9±7.1 (79)***
EAA	37.5±3.3	29.5±4.2 (70)***
NEAA	90.5±5.4	71.4±3.5 (79)***
E/N	0.42±0.01	0.41±0.01(98)

* Mean value±standard error

** Significantly different from male group at P<0.05

*** Significantly different from male group at P<0.01

(): Female/male×100

かに低かった。しかし有意差が認められず両区の成長による差異が少いので、この飼育条件で、雌雄の性別による肝遊離アミノ酸濃度を比較することが可能なものと考えられる。

肝遊離アミノ酸濃度は、表4に示す通りである。

雌区は、雄区に比べ全アミノ酸、全不可欠アミノ酸、および全可欠アミノ酸の各濃度は同率（79%）で有意に低い値を示した。個々のアミノ酸濃度についても不可欠アミノ酸では、ほとんどのものが低い傾向を示し、特に Val, Met, Ileu, Leu, Phe が有意に低く、Thr, Lys は有意の差はないが同様に低い傾向を示し、逆に His は有意の差はないが高い傾向を示した。可欠アミノ酸でもほとんどのアミノ酸が低い傾向を示し、特に Glu, Tyr が有意に低く、Asp, Ser, Pro, Gly, Ala, Cys は有意の差はないが低い傾向を示した。

以上のアミノ酸濃度を全肝臓中のアミノ酸含量で比較すると、雌区の肝重量が小さいために上記の傾向がさらに強く示され、Gly, Cys, Lys が有意の差をもって低い値を示した。

肝遊離アミノ酸濃度の百分率パターンは、表5に示す通りである。

雌区は、雄区に比べ個々のアミノ酸についてほとんど差がなく、類似率⁴⁾は0.996を示したが、総じて雌区の肝遊離アミノ酸濃度および含量は、雄区に比べ不可欠アミノ酸で Val, Ileu, Leu, Phe が有意に低く、可欠アミノ酸で Glu, Tyr が有意に低い値を示した。さらに他の不可欠、可欠アミノ酸は、His 以外が低い値を示す傾向にあった。

以上の結果から雌区は雄区に比べて多くのアミノ酸がそれぞれほぼ等しい割合で低い濃度を示しているのみで、アミノ酸パターンには大きな差異はないものと思われる。

2. 飼料条件の相違による肝遊離アミノ酸の変動（実験Ⅱ）

実験動物は、80 g 前後のウィスター系ラット雄を用い、標準区、無蛋白区、絶食区の3区を設け、それぞれの区を5匹ずつとし絶食区は3日間、標準区、無蛋白区はそれぞれ5日間飼育した。ここでの標準区は、前記表1の実験飼料と同一のものとし、無蛋白区は、標準区のカゼインをデキストリンに替えて使用した。

飼料並びに水は自由に摂取させた。

遊離アミノ酸の定量は、前記の通りである。

実験結果および考察：体重増加量並びに肝重量は表6および表7に示す通りである。

Table 6 Change in body weight in exp. II (g)

	Initial	Final	Gain	Gain/day
Standard**	87±5.7*	111±8.1	23±4.1	4.6±0.8
Protein free**	88±4.1	78±2.9	-10±2.0	-2.0±0.4
Fast***	84±5.0	63±3.8	-21±3.2	-6.9±1.1

* Mean value±standard error

** For 5 days

*** For 3 days

無蛋白区は、標準区に比べ体重増加量並びに肝重量が有意に低下した。

絶食区も、標準区に比べ体重増加量並びに肝重量が有意に低下した。

Table 7 Liver weight in exp. II (g)

Standard	Protein free	Fast
4.2±0.6*	2.7±0.5	2.5±0.3

* Mean value±standard error

Table 8 Concentration of free amino acids in liver of rats under different feeding conditions (mg/100 g)

	Standard	Protein free	Fast
Asp	10.7±1.9*	6.1±2.0** (57)	4.3±2.0*** (40)
Thr	7.0±1.8	4.5±2.3 (64)	2.4±1.0*** (34)
Ser	10.6±2.7	36.2±7.9*** (342)	3.9±2.0*** (37)
Glu	26.8±2.2	24.5±4.7 (91)	16.4±3.7*** (61)
Pro	1.0±0.5	0.8±0.3 (80)	1.6±0.8*** (160)
Gly	16.2±1.7	15.4±2.0 (95)	10.7±1.6*** (66)
Ala	18.6±4.6	15.4±3.4 (83)	10.8±1.2** (58)
Cys	4.5±1.9	1.3±0.1*** (29)	1.2±0.9** (27)
Val	3.3±0.4	2.0±0.5*** (61)	4.5±2.3 (136)
Met	0.4±0.1	0.2±0.1** (50)	0.6±0.2 (150)
Ileu	2.4±0.3	1.5±0.2*** (63)	2.6±0.9 (108)
Leu	4.2±0.6	2.7±0.2*** (64)	4.6±1.9 (110)
Tyr	2.1±0.7	1.3±0.2 (62)	1.5±0.1 (71)
Phe	1.7±0.2	1.1±0.2*** (65)	1.6±0.1 (94)
Lys	17.2±2.4	22.6±3.6** (131)	18.4±6.3 (107)
His	1.4±0.7	3.4±1.3** (243)	0.8±0.2 (57)
Total	128.7±5.7	138.7±3.9 (108)	85.2±18.2*** (67)
EAA	37.5±3.3	38.1±5.3 (102)	35.5±11.6 (95)
NEEA	90.5±5.4	100.6±5.5** (111)	49.7±7.6*** (55)
E/N	0.42±0.01	0.38±0.07 (90)	0.70±0.15*** (167)

* Mean value±standard error

** Significantly different from standard group at $P < 0.05$ *** Significantly different from standard group at $P < 0.01$

() : Protein free/standard×100 Fast/standard×100

各区の肝遊離アミノ酸濃度は、表8に示す通りである。

無蛋白区は、標準区に比べ全アミノ酸濃度および全不可欠アミノ酸濃度に差がなく、全可欠アミノ酸濃度が有意に上昇した。個々のアミノ酸濃度は、不可欠アミノ酸で Lys, His が有意に上昇し、それ以外のアミノ酸は低下傾向を示し、特に Val, Met, Ileu, Leu, Phe が有意に低下した。可欠アミノ酸では Ser が著しく有意に上昇し、それ以外のアミノ酸は低下傾向を示し、特に Asp, Cys が有意に低下した。これらのアミノ酸濃度の変動は、小島⁵⁾の報告に類似している。また小島の報告にもあるように無蛋白投与時に Ser 濃度が著しく上昇したことは、Ser 合成経路の酵素活性が上昇し⁶⁾、Ser 分解酵素 (Serin dehydratase) 活性が低下した⁷⁾ ことと関連するものと思われる。このことに関して著者ら⁸⁾もまた、低蛋白投与時に肝中の Ser が上昇し、高蛋白質投与時に Ser が低下した結果を得ている。

絶食区は、標準区に比べ全アミノ酸濃度および全可欠アミノ酸濃度が有意に低下し、全不可欠アミノ酸濃度に差がみられなかった。その結果 E/N 比が著しく有意に上昇している。個々のアミノ酸濃度については、不可欠アミノ酸で Thr が著しく有意に低下し、それ以外のアミノ酸は、僅かに上昇傾向を示した。可欠アミノ酸では、ほとんどのアミノ酸が低下傾向を示し、特に Asp, Ser, Glu, Gly, Ala, Cys が有意に低下した。これらは可欠アミノ酸が、エネルギー不足のために消費され、そのために低下したものではないかと思われる。また Thr の著しい低下は、無蛋白質投与時よりもさらに Thr が低下しているので小島⁹⁾らの推定通りエネ

Table 9 Free amino acid pattern in liver of rats under different feeding conditions (%)

	Standard	Protein free	Fast
Asp	8.4±1.2*	4.4±1.4*** (52)	4.8±1.4*** (57)
Thr	5.4±1.4	3.3±1.2** (61)	2.8±1.0** (52)
Ser	8.3±2.0	26.0±5.3 (313)	4.8±2.6 (58)
Glu	21.1±2.5	17.6±3.3 (83)	19.4±3.0 (92)
Pro	0.8±0.4	0.6±0.3 (75)	1.8±0.5 (225)
Gly	12.6±0.9	11.1±1.4 (88)	13.3±3.8 (106)
Ala	14.5±3.1	11.2±2.6 (77)	12.4±1.4 (86)
Cys	3.4±1.4	1.0±0.1 (29)	1.5±0.8 (44)
Val	2.6±0.3	1.5±0.4 (58)	5.0±1.4 (192)
Met	0.3±0.1	0.1±0.1 (33)	0.7±0.2 (233)
Ileu	1.9±0.3	1.1±0.1 (58)	2.9±0.4 (153)
Leu	3.3±0.5	1.9±0.1 (58)	5.2±1.1 (158)
Tyr	1.6±0.5	1.0±0.1 (63)	1.9±0.5 (119)
Phe	1.3±0.2	0.8±0.1 (62)	2.0±0.4 (154)
Lys	13.5±1.6	16.3±2.4 (120)	21.4±3.7 (159)
His	1.1±0.5	2.4±0.9 (218)	0.9±0.2 (82)

* Mean value±standard error

** Significantly different from standard group at $P < 0.05$ *** Significantly different from standard group at $P < 0.01$

(): Protein free/standard×100 Fast/standard×100

ルギー不足と関係があるように思われる。

無蛋白区と絶食区との比較は、飼育日数において相違するので一律の評価は難しいが、肝遊離アミノ酸の Ser, Pro, Val, Met, Ileu, Leu, His 濃度が様相を異にすることが示された。

肝遊離アミノ酸パターンは、表 9 に示す通りである。

無蛋白区は、標準区に比べ Ser が上昇し、Asp, Thr, Gly が有意に低下した。その他のアミノ酸は、有意の差はみられなかった。

この類似率を求めてみると 0.808 で肝遊離アミノ酸パターンには相当の相違があり、Ser を除いた類似率を求めてみると 0.976 で標準区の値に近づくことから、このパターンの相違は主に Ser の著しい上昇によると考えられる。

絶食区は、標準区に比べ Val, Lys が有意に上昇し、Asp, Thr が有意に低下したが、その他のアミノ酸については、有意差がみられなかった。この類似率を求めてみると 0.972 である。よって絶食区と無蛋白区とでは、肝遊離アミノ酸パターンにおいて絶食区の方が標準区に近似する結果となっている。

3. 生育過程による肝遊離アミノ酸の変動 (実験Ⅲ)

実験方法：実験動物は、90 g 前後のウィスター系ラット雄を用い 90 日間飼育の変化を求めた。

飼料は、固型飼料 (MF) (オリエンタル酵母 K.K) を用い、飼料並びに水は自由に摂取させた。

ラットを 5 匹ずつ 0 日区、30 日区、60 日区、90 日区の 4 区を設定し、屠殺直前に 12 時間絶食させ肝遊離アミノ酸濃度を測定した。遊離アミノ酸の定量方法は、前記の通りである。

実験結果および考察：30 日間隔の体重変化は、図 1 に示す通りである。

Fig. 1 Change in body weight in exp. III

Fig. 2 Change in liver weight in exp. III

即ち平均体重では実験開始0日は94 g, 30日後は280 g, 60日後は380 g, 90日後は417 g, であり, 60日以降の体重増加は著しく低下した。体重の変動幅を考慮すると, 60日以降はほぼ成熟期に達しているものと考えられる。

30日間隔の肝臓重量の変化は, 図2に示す通りである。

即ち実験開始0日は3.9 g, 30日後は9.5 g, 60日後は12.7 g, 90日後は12.1 g となり, 60日以降は増加がみられなかった。また体重に対する割合でみると, 0日は, 4.1%, 30日は3.4%, 60日は3.3%, 90日は2.9%となり, 経日に伴い低下傾向を示した。

30日間隔の肝遊離アミノ酸濃度は, 表10に示す通りである。

30日後には, 0日に比べ全アミノ酸, 全不可欠アミノ酸および全可欠アミノ酸の各濃度に差がみられなかった。個々のアミノ酸濃度をみてもほとんどのアミノ酸で差がなく, Ser のみが有意に低下しているのが目立った。

60日後においても, 0日に比べ全アミノ酸, 全不可欠アミノ酸および全可欠アミノ酸の各濃度に差がなかった。しかし個々のアミノ酸濃度をみると Glu, Gly, Cys が有意に低下し Ala が有意に上昇した。

90日後には, 0日に比べ全アミノ酸濃度および全可欠アミノ酸濃度が有意に低下し, 全不可欠アミノ酸濃度は, 有意の差はないが低下傾向を示した。個々のアミノ酸濃度をみると Thr, Ala が有意に上昇し, Ser, Glu, Gly, Cys, Met, Leu, Phe が有意に低下した。

よって個々のアミノ酸濃度は, 生育に伴い大きく変動するものと思われる。さらにこれらの個々のアミノ酸を成長期(0, 30日区)と成熟期(60, 90日区)とにわけて比較すると成熟期は, 成長期に比べ Thr, Alaが上昇し, Ser, Glu, Gly, Cys, Met, Leu, Phe が低下し, Val, Ileu, Lys, His は変動が少ないように思われる。

30日間隔の肝遊離アミノ酸パターンは, 表11の通りである。

30日区は, 0日区に比べパターンに変化がなく, 類似率を求めると0.996で0日の値に近似していた。

60日区は, 0日区に比べ Asp, Ala が有意に上昇し, Glu, Gly が有意に低下している。類似率を求めると0.898でパターンの相違が生じていた。

90日区は, 0日区に比べ Thr, Ala が有意に上昇し, Ser, Gly が有意に低下した。この類似率を求めてみ

Table 10 Concentration of free amino acids in liver of rats in different growing stages (mg/100 g)

	0	30	60	90 (days)
Asp	3.8±1.3*	2.2±0.9	7.1±2.5	3.2±1.0
Thr	2.5±0.7	2.7±1.3	4.2±1.4	6.1±2.0**
Ser	5.5±1.2	3.0±0.6**	3.2±2.4	1.4±0.8**
Glu	23.2±3.0	23.6±3.1	16.9±2.5**	16.1±3.8**
Gly	14.9±2.1	14.4±2.1	8.8±1.1**	10.3±0.8**
Ala	8.3±1.2	10.4±6.0	19.1±3.8**	13.9±1.7**
Cys	1.1±0.1	1.0±0.4	0.4±0.2**	0.2±0.1**
Val	4.6±1.0	3.6±0.8	4.0±0.6	3.2±0.9
Met	1.0±0.3	1.0±0.2	0.6±0.3	0.4±0.1**
Ileu	2.2±0.4	1.8±0.3	1.9±0.3	1.7±0.3
Leu	4.5±0.9	4.5±1.4	3.5±0.8	3.3±0.5**
Tyr	1.7±0.5	1.5±0.6	1.7±0.6	1.2±0.3
Phe	2.1±0.3	2.0±0.5	1.8±0.8	1.3±0.3**
Lys	11.6±2.4	9.7±2.4	9.8±1.1	8.6±1.6
His	3.9±1.3	4.6±1.0	3.8±0.2	3.9±0.7
Total	90.9±3.0	86.0±7.3	89.0±10.4	74.9±4.8**
EAA	32.4±2.9	29.9±5.6	29.5±5.3	28.4±4.3
NEAA	58.5±2.7	56.1±9.0	57.2±4.9	46.5±4.4**
E/N	0.55±0.06	0.56±0.19	0.51±0.05	0.62±0.12

* Mean value±standard error

** Significantly different from 0 day group at $P < 0.05$

Table 11 Free amino acid pattern in liver of rats in different growing stages (%)

	0	30	60	90 (days)
Asp	4.2±1.4*	2.6±1.0	8.0±2.1	4.5±1.1
Thr	2.8±0.7	2.5±1.4	4.8±1.3	8.0±2.2**
Ser	6.1±1.3	3.5±0.6	3.4±2.2	1.9±1.1**
Glu	25.5±2.9	27.4±2.6	19.5±1.4**	21.4±4.6
Gly	16.4±2.4	16.7±2.3	10.1±0.9	13.4±1.1**
Ala	9.1±1.4	11.9±6.7	22.4±6.3**	18.6±1.8**
Cys	1.2±0.2	1.2±0.4	0.5±0.3	0.3±0.2
Val	5.1±0.9	4.1±0.9	4.6±0.6	4.2±1.1
Met	1.1±0.3	1.2±0.3	0.7±0.3	0.5±0.1
Ileu	2.5±0.5	2.1±0.4	2.2±0.1	2.2±0.3
Leu	4.9±0.7	5.2±1.6	4.0±0.7	4.4±0.6
Tyr	1.9±0.4	1.7±0.6	1.9±0.6	1.6±0.3
Phe	2.3±0.3	2.3±0.6	2.0±0.7	1.7±0.4
Lys	12.7±2.7	11.5±3.4	11.2±1.6	11.4±2.4
His	4.3±1.5	5.4±1.3	4.4±0.3	5.1±0.8

* Mean value±standard error

** Significantly different from 0 day group at $P < 0.05$

ると0.930となり60日区より0日区の値に近似していた。

以上の結果から、生育過程における成長期と成熟期の肝遊離アミノ酸濃度およびパターンは、かなり様相を異にするものと思われ、今後長期間の実験計画は、当然のことながら成長期と成熟期とにわけて研究を進めるべきであると思われる。また成熟期に Thr と Ala 濃度が著しく上昇した理由はわからないが、体重増加がほとんどみられなくなったこととの関係について今後追究していきたいと考える。

要 約

肝遊離アミノ酸の性別、飼料条件および生育過程における変化を明らかにし、次の結果を得た。

1. 性の相違について

雌区は、雄区に比べ全不可欠アミノ酸濃度および全可欠アミノ酸濃度はいずれも平行的に低く、個々のアミノ酸濃度ではそれぞれ20%ぐらい低かったが、特にGlu, Tyr, Val, Met, Ileu, Leu, Pheが有意に低かった。またアミノ酸パターンは、雌区、雄区ともほぼ近似していた。

2. 飼料条件の相違について

無蛋白区は、標準区に比べ不可欠アミノ酸濃度で Lys, His が上昇し、Val, Ileu, Leu, Phe が低下した。可欠アミノ酸では、Ser が著しく上昇した。またパターンでは、Ser の著しい上昇を中心に異った様相を呈した。

絶食区は、標準区に比べ不可欠アミノ酸濃度で Thr のみが著しく低下した。これに対し可欠アミノ酸濃度は、ほとんどのアミノ酸が低下していた。また両者のパターンは、ほぼ近似していた。

3. 成育過程における変化について

成熟期のアミノ酸濃度は、成長期に比べ、増減が大きくなる傾向にあり、個々のアミノ酸濃度の増減の特長は、次の通りであった。

- ① 上昇したアミノ酸は、Thr, Ala
- ② 低下したアミノ酸は、Ser, Glu, Gly, Cys, Met, Leu, Phe
- ③ 変動の少ないアミノ酸は、Val, Ileu, Lys, His

文 献

- 1) Henderson, L. M., Schurr, P. E. and Elvehjem, C. A. : *J. Biol. Chem.*, **177**, 815 (1949)
- 2) Hill, D. C. and Olsen, E. M. : *J. Nutr.*, **79**, 303 (1963)
- 3) Leibholz, J., Australian J. : *Agr. Res.*, **17**, 237 (1966)
- 4) 田村真八郎, 大沢文子 : 栄養と食糧, **22**, 494 (1969)
- 5) 小島光恵 : 生化学, **45**, 137 (1973)
- 6) Fallon, H. J., Hockney, E. J., Byrne, W. L. : *J. Biol. Chem.*, **241**, 4157 (1966)
- 7) Pitot, H. C., Potter, V. R., Morris, H. P. : *Cancer Res.*, **21**, 1001 (1961)
- 8) 大沢 猛, 中村かほる, 矢島和子, 西郷光彦 : 東京農業大学農学集報, **20**, 43 (1975)

(受付 : 昭和51年11月15日)