

成人男子における分離大豆たん白質へのメチオニン補足効果（第2報）

EFFECT OF SUPPLEMENTING METHIONINE TO SOY PROTEIN ISOLATE ON THE PROTEIN UTILIZATION IN MALE ADULT HUMANS (2nd Report)

高橋徹三・山田哲雄（筑波大学体育科学系）

Tetsuo TAKAHASHI and Tetsuzo YAMADA

Institute of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki 305

ABSTRACT

The effect of supplementing 1.0 or 1.5% of L-methionine to soy protein isolate on the protein utilization was examined by nitrogen balance method in five healthy young men under the condition of nitrogen intake level of 75 mg/kg/day. The nitrogen balance was improved by addition of 1.0% of methionine in four of five subjects, and on an average the tendency of improved nitrogen balance due to methionine supplementation was observed ($p < 0.1$). However, no supplemental effect was shown by addition of 1.5% of methionine because of large individual variation. When 1.0% of methionine was supplemented, there was a tendency that the degree of improvement of nitrogen balance was proportional to the degree of negative nitrogen balance in the control (non-supplement) period. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn* 6, 96-102, 1985.

成人男子における分離大豆たん白質 (soy protein isolate, SPI) へのメチオニン補足効果について、昨年度は SPI (フジプロ R) から窒素摂取レベルを 90 mg/kg/日として実験を行い、被験者 5 名中 4 名に L-メチオニン（以後メチオニンと略）添加による窒素出納の改善を認めた。今回は SPI からの窒素摂取レベルを 75 mg/kg/日に下げて同様の実験を行った。えられた結果について、昨年度の結果とも一部関連づけて、報告する。

実験方法

被験者は健康な成人男子 5 名で、そのうちの 2 名（被験者 A, B）は昨年度の実験にも参加した。被験者の年齢、身長、体重の変動を Table 1 に示した。

11～1 月にかけて、SPI からの窒素摂取レベルを 75 mg/kg/日とした以外は、昨年度（大豆たん白質栄養研究会誌, 5 (1), 94-98, 1984）と同じ実験を行った。

すなわち、同一被験者について 3 回の実験（メチオニン無添加実験, 1.0% 添加実験, 1.5% 添加実験）を少なくとも 1 週間以上の間隔をおいて、実施した。1 回の実験は 11 日間で、1 日無たん白食を与えて後、調整期としてはば 75×6.25 mg/kg/日のたん白質を含む一般食品を材料とする低たん白食を 3 日間与え、ついで 7 日間実験食 (SPI 食) を与えた。なお、エネルギー摂取量は 42～44 kcal/kg/日、SPI 以外からの窒素摂取量は 5～6 mg/kg/日であった。実験食の 1 例を Table 2 に示した。

結果および考察

体重は、実験のはじめにやや減少する例があったが、SPI 食期では、被験者 D でメチオニン 1.5% 添加実験の後半に減少した以外は、ほぼ一定であった。

SPI 食期の連日の尿中総窒素、尿素窒素、アンモニア窒素、クレアチニン排泄量の変動を Table 3～6 に

Table 1. Age, body height and body weight

Subject	Age (yrs)	Body height (cm)	Body weight (kg)					
			SPI period		SPI+1.0% Met period		SPI+1.5% Met period	
			Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
A	28	171	60.4	59.6	60.1	59.3	61.7	61.4
B	29	170	64.3	63.0	62.6	62.5	64.2	63.3
C	22	177	60.7	60.3	61.3	60.4	62.6	61.5
D	22	170	60.4	59.4	60.1	59.0	58.1	56.5
E	23	174	86.0	85.7	85.4	84.8	85.6	85.0

示した。尿中総窒素排泄量は、平均値では SPI 食期のすべての日でメチオニン無添加実験にくらべ添加実験で低値を示した。尿中尿素窒素排泄量は総窒素排泄量と同様の動態を示したが、アンモニア窒素、クレアチニン排泄量は 3 実験の間に一定の傾向がみられなかった。

尿中総窒素排泄量の期の代表値として、SPI 食期の最後の 3 日間の平均値をとり、窒素出納を求めると Table 7 のようになる。窒素出納は、メチオニン無添加実験にくらべ 1.0% 添加実験で被験者 5 名中 4 名で高値を示し、平均値でも高値傾向($p < 0.10$)を示したが、1.5% 添加実験では 2 名で高値、2 名で低値、1 名ではば同値を示し、平均値はほぼ同じであった。窒素出納値について、SPI からの窒素摂取レベルを 90 mg/kg/日とした昨年度の 5 名の被験者の実験結果と 75 mg/kg/日とした今回の 5 名の実験結果とを合わせて考察すると、Fig. 1 に見られるように、メチオニン 1.0% 添加実験 > 1.5% 添加実験 > 無添加実験の順に高値を示し、とくに 1.0% 添加実験と無添加実験の間には有意差がみられた。また、昨年度の実験でも、今回の実験 (Table 7) でも、両実験を合わせた場合 (Fig. 1) でも、窒素出納値の標準偏差がメチオニン 1.0% 添加実験より 1.5% 添加実験の方が著しく大きいことが注目された。

そこでこの 2 点について検討を試みた。Fig. 2 は、横軸にメチオニン無添加実験の窒素出納値を、縦軸に添加実験の窒素出納値をとってある。従って原点を通る右上がり 45 度のラインの左側のプロットはメチオニン添加により窒素出納が改善されたことを、右側のプロットは改悪されたことを示している。図より明らかなように、メチオニン 1.5% 添加実験の方が 1.0% 添加実験よりばらつきが大きい。このことは、メチオニン 1.0% 添加では不足で 1.5% 添加によりさらに窒素出納が改善される被験者もいるが、他方 1.0% 添加では十分で、1.5% 添加ではアミノ酸インバランスにより却って窒素出納が悪くなる被験者もいることを示

唆すると考えられる。また、メチオニン 1% 添加時ラインの右側のプロットが 2 点存在するが、これは窒素摂取レベルをそれぞれ 90 mg/kg/日、75 mg/kg/日とした昨年度と本年度の両実験においてメチオニン 1.0% 添加により窒素出納値が改悪された被験者 B の結果である。図にもみられるように被験者 B は昨年度、本年度ともにメチオニン無添加実験において窒素出納値は被験者中で最高値を示している。このことは、メチオニン無添加時にも窒素出納が比較的よい被験者、

Table 2. Experimental diet composition (Subject A^a) (g)

Soy protein isolate	181
Corn starch	353
Sucrose	143
Shortening	50
Corn oil	5
Margarine	7
Soy sauce	5
Umeboshi	15
NaCl	3
Baking powder ^b	10
Carboxymethylcellulose	5
Vitamin mixture ^c	3 tab
Mineral mixture ^d	10

a: Body weight: 60 kg.

b: Baking powder (20.0 g) contained KHCO_3 5 g, citric acid 3.2 g and starch 11.8 g.

c: One tablet of vitamin mixture contained retinol palmitate 1000 IU, ergocalciferol 100 IU, fursulthiamine 5 mg, riboflavin 2 mg, pyridoxine hydrochloride 3 mg, niacinamide 25 mg, cyanocobalamin 5 μg , ascorbic acid 75 mg, α -tocopherol acetate 5 mg, calcium pantothenate 15 mg, precipitated calcium carbonate 46.8 mg and dibasic calcium phosphate 34 mg.

d: Ten g of mineral mixture contained $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 2 g, CaCO_3 0.9 g, KH_2PO_4 2 g, KHCO_3 3.5 g, MgO 0.6 g, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 60 mg, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 3 mg, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 8 mg, ZnCl_2 5 mg, KI 0.2 mg, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.2 mg, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ 1 mg, $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 30 mg and NaSeO_3 0.008 mg.

Table 3. Changes in urinary total-N excretion

(g/day)

Period	Subject	Day						
		1	2	3	4	5	6	7
SPI	A	4.50	5.25	5.40	5.61	4.70	5.29	4.58
	B	5.37	5.46	5.12	5.54	5.20	6.40	4.51
	C	6.22	5.31	5.31	4.41	6.51	5.31	4.88
	D	5.35	5.89	4.14	5.68	4.26	6.39	5.83
	E	9.39	10.78	9.34	8.78	9.52	8.69	8.31
	Mean	6.17	6.54	5.86	6.00	6.04	6.42	5.62
	$\pm$ SD	1.90	2.38	2.01	1.64	2.12	1.38	1.59
SPI + 1.0% Met	A	4.76	5.50	4.53	4.27	4.80	4.28	4.71
	B	5.76	5.83	5.06	6.39	5.36	4.90	5.68
	C	5.11	5.22	5.36	6.11	5.01	5.17	4.92
	D	5.14	4.80	4.47	4.78	4.48	3.92	3.89
	E	5.80	5.87	8.15	7.23	7.25	7.13	5.94
	Mean	5.31	5.44	5.51	5.76	5.38	5.08	5.03
	$\pm$ SD	0.45	0.45	1.52	1.21	1.09	1.25	0.82
SPI + 1.5% Met	A	5.18	5.46	5.08	4.46	5.10	4.97	4.76
	B	6.57	6.72	5.89	5.85	5.94	5.89	6.39
	C	4.82	4.81	4.22	4.54	4.28	4.80	4.91
	D	4.33	3.56	2.59	4.06	5.53	8.51	7.13
	E	7.95	7.13	6.75	7.52	8.10	6.73	6.14
	Mean	5.77	5.54	4.91	5.29	5.79	6.18	5.87
	$\pm$ SD	1.48	1.45	1.60	1.42	1.43	1.52	1.01

Table 4. Changes in urinary urea-N excretion

(g/day)

Period	Subject	Day						
		1	2	3	4	5	6	7
SPI	A	3.10	4.18	4.28	4.37	3.49	4.05	3.48
	B	4.10	4.32	4.02	4.49	4.04	5.12	3.35
	C	4.74	4.06	4.09	3.45	5.32	4.03	3.82
	D	3.69	4.67	3.33	4.71	3.29	5.23	5.09
	E	7.87	8.99	7.98	7.55	7.73	7.22	7.36
	Mean	4.70	5.24	4.74	4.91	4.77	5.13	4.62
	$\pm$ SD	1.87	2.11	1.85	1.55	1.83	1.30	1.68
SPI + 1.0% Met	A	3.48	4.21	3.42	3.23	3.73	3.20	3.61
	B	4.35	4.47	4.19	5.19	4.24	3.95	4.38
	C	3.67	3.97	4.22	4.89	3.94	4.10	3.74
	D	4.01	3.78	3.55	3.18	3.58	3.04	3.13
	E	4.86	4.54	6.91	5.64	6.13	5.44	4.82
	Mean	4.07	4.19	4.46	4.43	4.32	3.95	3.94
	$\pm$ SD	0.56	0.32	1.42	1.15	1.04	0.95	0.67
SPI + 1.5% Met	A	3.60	3.54	3.28	2.78	3.12	3.29	3.10
	B	5.52	5.61	4.90	4.74	4.83	4.66	4.86
	C	3.10	3.19	2.75	2.79	2.75	2.96	3.06
	D	2.64	2.44	1.62	3.07	4.28	6.92	5.90
	E	6.31	5.66	5.03	5.63	6.18	4.77	4.28
	Mean	4.23	4.09	3.52	3.80	4.23	4.52	4.24
	$\pm$ SD	1.60	1.47	1.45	1.31	1.38	1.56	1.21

Table 5. Changes in urinary $\text{NH}_3\text{-N}$ excretion

(g/day)

Period	Subject	Day						
		1	2	3	4	5	6	7
SPI	A	0.283	0.197	0.185	0.172	0.102	0.086	0.087
	B	0.256	0.246	0.223	0.177	0.144	0.270	0.264
	C	0.289	0.195	0.149	0.074	0.076	0.089	0.081
	D	0.476	0.275	0.126	0.159	0.136	0.206	0.139
	E	0.418	0.470	0.284	0.311	0.313	0.244	0.227
	Mean	0.344	0.277	0.193	0.179	0.154	0.179	0.160
	$\pm\text{SD}$	0.097	0.113	0.063	0.085	0.093	0.087	0.083
SPI + 1.0% Met	A	0.220	0.190	0.113	0.121	0.104	0.077	0.073
	B	0.270	0.493	0.245	0.234	0.343	0.226	0.412
	C	0.121	0.077	0.066	0.069	0.068	0.059	0.086
	D	0.230	0.192	0.154	0.285	0.186	0.140	0.078
	E	0.272	0.423	0.325	0.326	0.246	0.718	0.241
	Mean	0.223	0.275	0.181	0.207	0.189	0.244	0.178
	$\pm\text{SD}$	0.061	0.175	0.104	0.109	0.110	0.273	0.149
SPI + 1.5% Met	A	0.313	0.241	0.185	0.165	0.118	0.106	0.078
	B	0.293	0.236	0.176	0.206	0.197	0.164	0.182
	C	0.172	0.181	0.101	0.120	0.117	0.117	0.111
	D	0.198	0.189	0.096	0.120	0.227	0.280	0.194
	E	0.437	0.288	0.242	0.283	0.295	0.500	0.315
	Mean	0.283	0.227	0.160	0.179	0.191	0.233	0.176
	$\pm\text{SD}$	0.105	0.043	0.062	0.068	0.076	0.164	0.092

Table 6. Changes in urinary creatinine excretion

(g/day)

Period	Subject	Day						
		1	2	3	4	5	6	7
SPI	A	1.84	1.93	1.91	1.89	1.83	1.91	1.74
	B	1.83	1.83	1.83	1.85	1.81	1.88	1.70
	C	2.00	1.74	1.98	1.43	2.00	1.79	1.70
	D	1.87	1.77	1.22	1.62	1.11	1.39	1.46
	E	2.26	2.63	2.36	2.12	2.76	2.18	1.89
	Mean	1.96	1.98	1.86	1.78	1.90	1.83	1.70
	$\pm\text{SD}$	0.18	0.37	0.41	0.26	0.59	0.29	0.15
SPI + 1.0% Met	A	1.78	1.75	1.83	1.62	1.75	1.70	1.72
	B	1.95	1.91	1.72	1.87	1.84	1.52	1.91
	C	1.66	1.78	1.61	1.88	1.71	1.72	1.75
	D	1.42	1.46	1.51	1.75	1.50	1.19	1.27
	E	1.85	2.04	2.39	2.38	2.09	2.31	2.04
	Mean	1.73	1.79	1.81	1.90	1.78	1.69	1.74
	$\pm\text{SD}$	0.20	0.22	0.34	0.29	0.21	0.41	0.29
SPI + 1.5% Met	A	1.87	1.91	1.83	1.86	1.87	1.93	1.71
	B	1.79	1.79	1.79	1.78	1.77	1.75	1.80
	C	2.00	1.85	1.58	2.02	1.47	1.74	1.64
	D	1.36	1.62	1.19	1.36	1.62	1.97	1.59
	E	2.40	1.96	1.82	2.02	2.08	2.01	2.06
	Mean	1.88	1.83	1.64	1.81	1.76	1.88	1.76
	$\pm\text{SD}$	0.38	0.13	0.27	0.27	0.23	0.13	0.19

Table 7. Nitrogen balance data

(mg/kg/day)

Subject	Period	N intake			N output		N-balance
		SPI	Others	Total	Urine	Feces	
A	SPI	75.38	4.86	80.24	80.01	18.27	-18.04
	SPI+1.0% Met	74.74	4.84	79.58	76.40	15.19	-12.01
	SPI+1.5% Met	74.14	4.77	78.91	78.85	19.87	-19.81
B	SPI	74.64	4.76	79.40	82.21	10.92	-13.73
	SPI+1.0% Met	74.29	5.26	79.55	83.52	12.57	-16.54
	SPI+1.5% Met	73.63	5.21	78.84	93.12	16.73	-31.01
C	SPI	74.74	4.84	79.58	89.52	19.98	-29.92
	SPI+1.0% Met	75.11	5.41	80.52	79.99	17.29	-16.76
	SPI+1.5% Met	74.98	5.40	80.38	75.23	17.94	-12.79
D	SPI	75.24	4.72	79.96	91.83	18.84	-30.71
	SPI+1.0% Met	75.75	5.51	81.26	68.13	20.34	- 7.21
	SPI+1.5% Met	73.73	5.38	79.11	119.59	7.39	-47.87
E	SPI	74.84	4.71	79.55	100.22	8.67	-29.34
	SPI+1.0% Met	74.92	4.74	79.66	79.59	10.63	-10.56
	SPI+1.5% Met	74.74	4.73	79.47	81.93	8.52	-10.98
Mean ±SD	SPI						-24.35±7.89
	SPI+1.0% Met						-12.62±4.07
	SPI+1.5% Met						-24.49±15.25

p<0.1

すなわちメチオニン必要量が比較的低いと考えられる被験者ではメチオニン補足効果が発現しにくいことを示すものと考えられた。そこでこの点について検討した。Fig. 3 は、横軸にメチオニン無添加実験における窒素出納値を、縦軸には添加実験の窒素出納値から無添加実験の窒素出納値を差し引いた数値、すなわちメ

チオニン添加による窒素出納の改善度を示している。例数は少ないが、両者の間には、図にみられるように、メチオニン 1.0% 添加実験において非常に高い相関 ($p<0.05$) がみられ、メチオニン無添加実験における窒素出納値が低値であるほどメチオニン補足効果がみられることを示唆している。

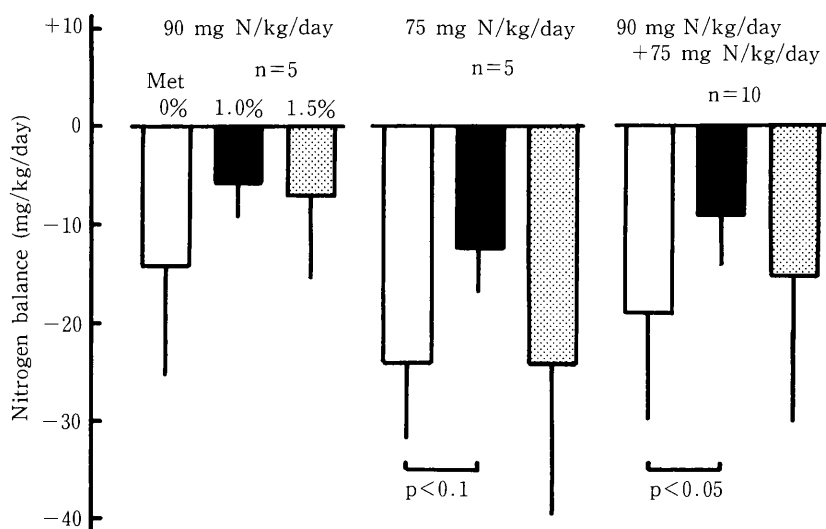


Fig. 1. Nitrogen balance data.

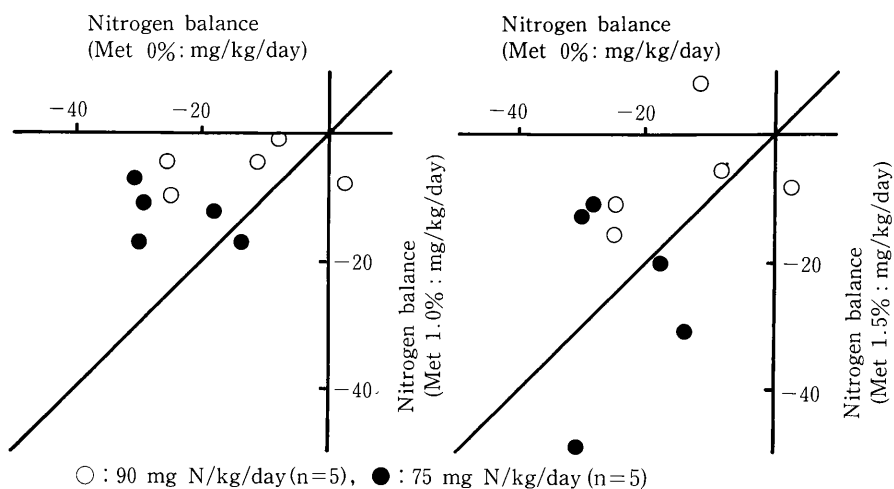


Fig. 2. Relation of nitrogen balance between control period and methionine supplement period.

SPI からの窒素摂取量 75 mg/kg/日と 90 mg/kg/日の 2 段階で、摂取窒素量と窒素出納値との相互関係を示す回帰直線を求めて Fig. 4 に示した。回帰式から窒素出納を平衡に維持するに必要な最小の窒素摂取量

(mg/kg/日)を求めると、メチオニン無添加時 108.9, 1.0% 添加時 102.5, 1.5% 添加時 95.7 となったが、傾斜は 1.5% 添加 > 無添加 > 1.0% 添加の順であり、考察がむずかしい。

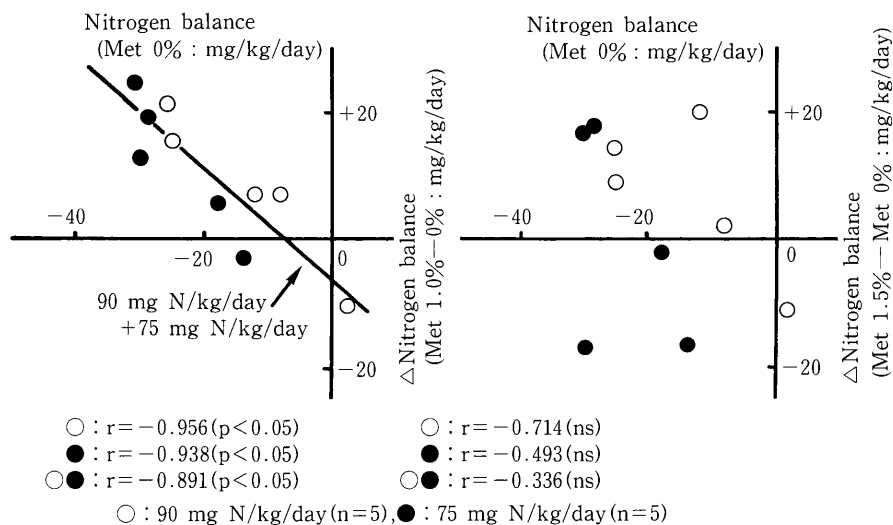


Fig. 3. Relation between nitrogen balance in control period and improved nitrogen balance in methionine supplement period.

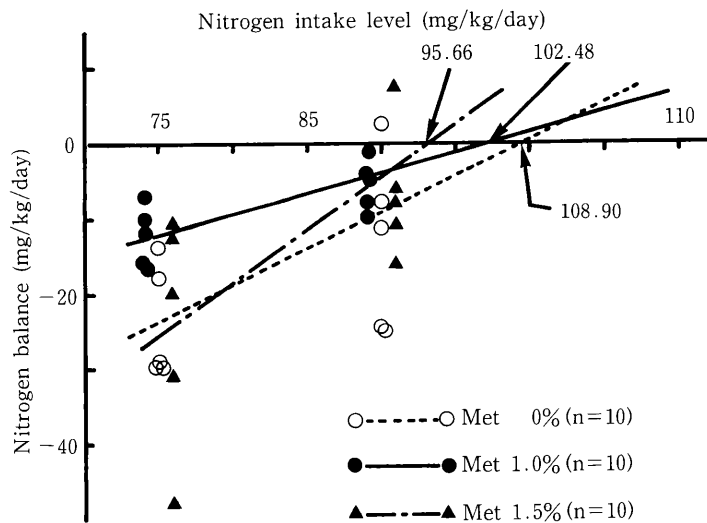


Fig. 4. Relation between nitrogen intake and nitrogen balance.

要 約

健康な成年男子5名を被験者とし、分離大豆たん白質 (SPI) からの窒素摂取量を75 mg/kg/日、エネルギー摂取量を42~44 kcal/kg/日とし、たん白質源としてSPIのみを摂取した場合、SPIに1.0%および1.5%の割合でL-メチオニンを添加して摂取した場合について窒素出納を比較し、SPIへのメチオニン補足効果を検討した。

窒素出納は、メチオニン無添加実験にくらべ、1.0%添加実験では被験者5名中4名で高値を示し、平均値

でも高値傾向($p < 0.10$)を示したが、1.5%添加実験では2名が高値を、2名が低値を、1名がほぼ同じ値を示し、平均値ではほぼ同じ値であった。このように被験者による個人差があるが、全体として、メチオニン1.0%添加実験ではメチオニン添加による窒素出納改善の傾向が認められたが、1.5%添加実験ではこれが認められなかった。

個人差について、昨年度の実験結果も含めて考察すると、メチオニン無添加時の窒素出納の負の程度の大きいほどメチオニン補足効果がみられるという傾向が認められた。