

# 鹿児島市内中学生の

## アミノ酸摂取栄養について

— 学校給食，ミルク給食，

弁当の protein score，chemical score —

坂 本 清  
桑 畑 美 沙 子  
畠 中 ト シ 子

### 緒 論

昭和42年5月鹿児島市内の中学校生徒を対象として学校給食が実施された。米軍放出の粉乳，小麦粉を利用して始まった戦後の学校給食は，今日では既に栄養補給の意味から完全給食栄養へと変り，その内容もビタミンC，カルシウム等の強化剤の使用に加え，蛋白質の質的向上をめざしたリジン強化まで提唱されるに至っている。これは特に成長期における蛋白栄養の重要性を示したものとして注目される。

今日まで私共は鹿児島県民の蛋白質栄養摂取状態を数回にわたってアミノ酸摂取量の観点から検討してきたが，今回の中学校生徒の学校給食実施を機会に，市内中学生に関する蛋白質，アミノ酸栄養の調査検討を行った。この報告はそのうち昼食弁当，ミルク給食，学校給食のそれぞれの蛋白質をアミノ酸含有量面より検討したもので，特に学校給食内容にリジン，含硫アミノ酸の不足の傾向が見られる等の重要な結果が得られたので報告する。

### 調 査 及 び 計 算 方 法

調査対象は弁当，ミルク給食については，それぞれミルク給食実施前の市内 A 中全員（308名，女子のみ）の昼食，学校給食については，鹿児島市立学校給食センターの給食とした。調査時期，調査方法は以下に述べるとおりである。

弁当調査は，昭和42年5月9日，前記中学校の各クラスに短大学生2～3名を配置し，生徒持参の弁当の内容について計量器を用いて各食品を実測記入し，これに基づいて栄養価の計算を行なった。ミルク給食は，昭和42年9月22日，A校にミルク給食が行なわれた機会に，弁当を前記の弁当調査と同方法で調査し，ミルクの栄養価をこれに加算した。学校給食は，鹿児島市立学校給食センターの昭和42年5月1日より，昭和43年1月末日までの実施献立表を使用した。

前記の調査内容を用いて摂取窒素量，必須アミノ酸量を算出するにあたって，

- (1) 日本食品アミノ酸組成表<sup>5)</sup>を用いることを原則とした。
- (2) 日本食品アミノ酸組成表<sup>5)</sup>に掲載されていない食品は，米国農務省編の食品のアミノ酸含量表<sup>6)</sup>を使用した。この場合，食品のアミノ酸含有量は正確には米国産食品の値である

が、同一食品の蛋白質アミノ酸組成比、窒素の含有率は同一とみなした。

(3) 前記のいずれにも掲載されていない食品は、その生物学上の分類等を考慮に入れて、同属と思われる食品を日本食品アミノ酸組成表、食品のアミノ酸含有表から選出<sup>5)</sup>した。

(4) 原料が同一物である加工食品のアミノ酸組成は原料食品中のそれと同一とみなした<sup>7)</sup>

(5) 食品成分表に掲載されていない食品、即ち蛋白質含量のわからない食品は組成が似ていると思われる食品で代替して算出した。

(6) 蛋白質含有量の極めてすくない食品で、蛋白摂取量のすくない食品、たとえば「こんにゃく」等は蛋白質量、窒素量、必須アミノ酸量はすべてゼロとみなした。

なお、必須アミノ酸はFAOによって示された必須アミノ酸の種類10種<sup>8)</sup>について行った。求められた蛋白質量、窒素量、各必須アミノ酸量からの protein score, chemical score<sup>9)</sup>の算出に用いた基準の値は以下に示す。

1) protein score は 1957年 FAO により提唱された暫定的パターン<sup>8)</sup>を用いた。

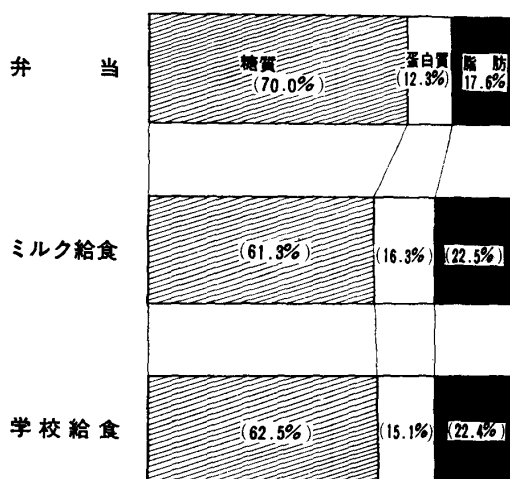
2) chemical score は卵価、人乳価、牛乳価を求めたが、日本食品アミノ酸組成表中<sup>5)</sup>の全卵、人乳、牛乳の分析値と FAO/WHO 共同専門委員会の報告中の値<sup>9)</sup>とを基準にして二つの値を算出した。

なお、集計数は弁当、189例、ミルク給食 137例、学校給食 136例であった。

## 結 果 及 び 考 察

第1図に弁当、ミルク給食、学校給食のそれぞれの総熱量に対する糖質、蛋白質、脂肪の百分率を示す。弁当の場合は総熱量の70%を糖質にたっており、糖質カロリー依存度が高く、他の二つにくらべて蛋白質、脂肪の占める割合が少ない。一方、ミルク給食と学校給食は似たような割合を示している。

第1図 総熱量に対する熱量素の配分 (%)

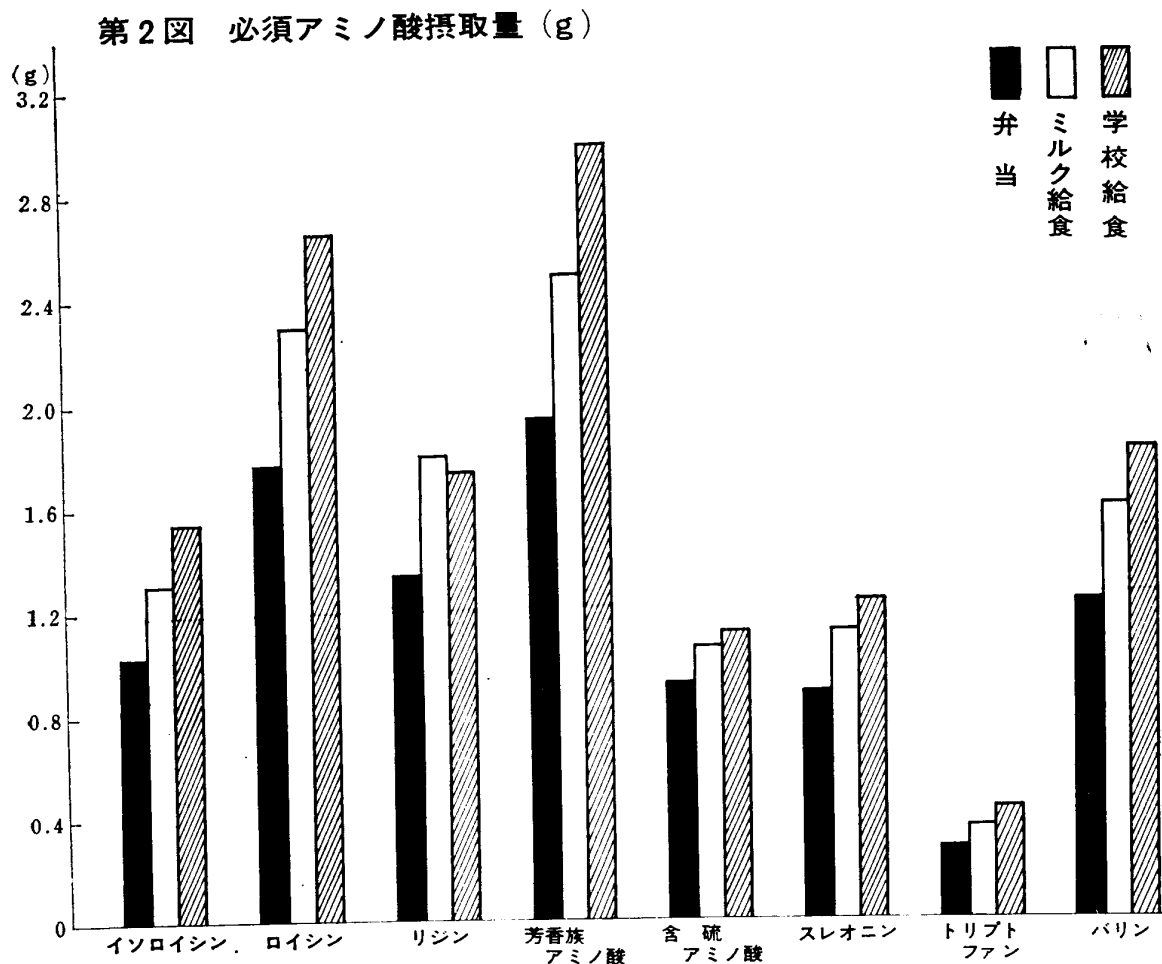


第1表は蛋白質摂取量、うち動物性蛋白質摂取量、各必須アミノ酸摂取量<sup>10,11)</sup>(g)の算術平均値と標準偏差及び各アミノ酸必要量である。すべての項目について、各3グループ間でそれぞれ5%の危険率で有意の差が認められた。

蛋白質摂取量について述べると、学校給食の場合は 35.3g<sup>12)</sup>で、文部省の学校給食基準

(35.0g) を満たしていることになる。又動蛋白比率であらわすと、表中には略したが39%<sup>12)</sup>で文部省基準(30%)を一応満たしており、弁当、ミルク給食の場合は動蛋白比率55%、65%<sup>10,11)</sup>と非常に高い。一方、各アミノ酸摂取量について述べると、3グループとも必要量を満たしている。又、3グループを比較すると、第2図からもわかるように、蛋白質摂取量の大きな学校給食が全体的に高い。それにもかかわらず、その中のリジン値がミルク給食より低く、含硫アミノ酸でもミルク給食の値との差が他のアミノ酸より非常に接近していることが注目される。これは、学校給食の動蛋白比率がミルク給食のそれより低いことと、卵の摂取が殆んど皆無に近いことが原因していると言えよう。

第2表に総窒素1g中のアミノ酸組成及びprotein scoreを、又第3図にトリプトファンを1とした場合の各必須アミノ酸パターンを示す。



このように、学校給食ではリジンが極端に少いが、これは前述したように献立に魚、肉が少いためと思われる。ミルク給食の場合は、弁当のおかずのかまぼこ、さつまあげ、魚、肉等に加えて、牛乳中のリジン値が上積みされるためリジン値が高くなっていると思われる。

第1表 蛋白質，各必須アミノ酸摂取量の平均と標準偏差

	弁 当 (g)	ミ ル ク 給 食 (g)	学 校 給 食 (g)	※ 必 要 量 (g)
蛋 白 質	22.6 (±7.4)	27.4 (±5.6)	35.3 (±3.1)	35.0
動 物 性 蛋 白 質	12.5 (±5.9)	17.8 (±4.7)	13.8 (±4.0)	14.0
イ ソ ロ イ シ ン	1.035 (±0.301)	1.310 (±0.240)	1.548 (±0.166)	0.435
ロ イ シ ン	1.770 (±0.497)	2.300 (±0.395)	2.662 (±0.294)	0.657
リ ジ ン	1.355 (±0.502)	1.808 (±0.401)	1.755 (±0.305)	0.876
芳香族 アミノ酸	1.954 (±0.499)	2.507 (±0.392)	3.003 (±0.260)	0.394
含 硫 ア ミ ノ 酸	0.933 (±0.259)	1.077 (±0.230)	1.133 (±0.122)	0.394
ス レ オ ニ ン	0.898 (±0.270)	1.136 (±0.222)	1.252 (±0.146)	0.511
ト リ プ ト フ ァ ン	0.290 (±0.084)	0.372 (±0.067)	0.443 (±0.048)	0.102
バ リ ン	1.245 (±0.343)	1.616 (±0.279)	1.829 (±0.171)	0.482

※ 必要量は13才女子の1日当りの量の $\frac{1}{3}$ とした。

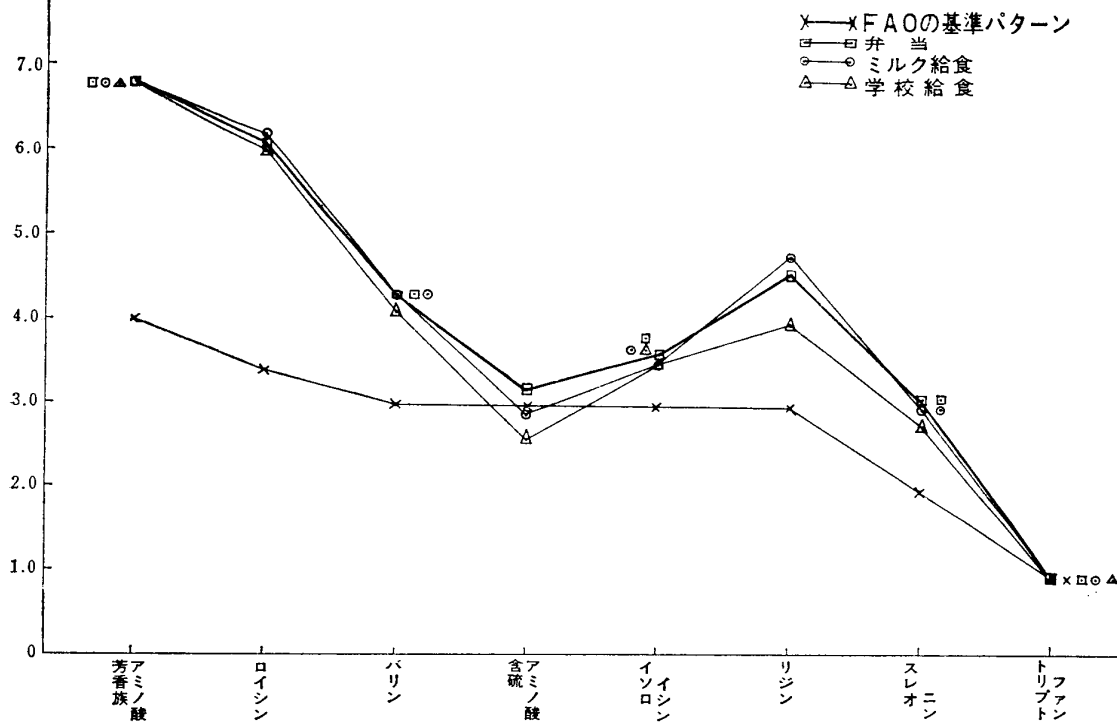
第2表 窒素1g中のアミノ酸組成とprotein score

	弁 当 (mg)	ミ ル ク 給 食 (mg)	学 校 給 食 (mg)
イ ソ ロ イ シ ン	289	299	263
ロ イ シ ン	496	526	452
リ ジ ン	371	410	297
芳香族アミノ酸	552	575	512
含 硫 ア ミ ノ 酸	263	※ 245	※ 192
ス レ オ ニ ン	250	258	212
ト リ プ ト フ ァ ン	※ 81	85	75
バ リ ン	350	369	311
protein score	90	91	71

protein score は弁当，ミルク給食，学校給食の順に90，91，71で，制限アミノ酸は弁当がトリプトファン，他の二つは含硫アミノ酸である。学校給食の protein score が他の二つにくらべて低いのは，その献立中に含硫アミノ酸の多い卵が殆んど皆無に近いことが一つの大きな理由と思われる。

※ は制限アミノ酸を示す。

第3図 トリプトファンを1とした場合の各必須アミノ酸の比率



第3図のパターンについては、いずれも、FAOの基準パターン<sup>8)</sup>とは異なった型を示していることが注目される。又、ここでも学校給食の含硫アミノ酸、リジンの値が低い。

これは前記した動蛋白率と卵の摂取の問題の外に、学校給食の主食がパンで、パンのアミノ酸組成は、精白米よりトリプトファン比でリジン値が低いことも原因と考えられる。

次に各必須アミノ酸のA/E比とE/T比について述べる。第3表より弁当、ミルク給食のE/T比は 2651, 2767と大体接近した値を示すが、学校給食の場合は 2315と極端に低い。最適E/T比は未だ提唱されていないが、一般に栄養価のよいと思われる鶏卵(3220)、牛乳(3200)、魚(2600)と比較すればこの値は相当低く、えん麦のE/T比(2300)位にあたる。又、A/E比でも学校給食のリジン、含硫アミノ酸の値が低い。弁当の含硫アミノ酸の値が大であるのは、おかずに卵が良く利用されているためと思われる。

第3表 A/E比とE/T比

		弁 当	ミ ル ク 給 食	学校給食
A/E 比	イ ソ ロ イ シ ン	109	108	113
	ロ イ シ ン	187	190	195
	リ ジ ン	140	148	128
	芳香族アミノ酸	208	208	221
	含硫アミノ酸	99	88	83
	セロニン	94	93	92
	トリプトファン	31	31	32
	バ リ ン	132	133	134
E/T 比		2651	2767	2315

第4表 chemical scoreと制限アミノ酸

			弁 当	ミ ル ク 給 食	学 校 給 食
日 本 食 品 ア ミ ノ 酸 分 析 表 に よ る	卵	価	含硫アミノ酸 79	含硫アミノ酸 70	含硫アミノ酸 66
	人 乳	価	ロイシン, トリプトファン 89	トリプトファン 89	リ ジ ン 88
	牛 乳	価	リ ジ ン 88	リ ジ ン 93	リ ジ ン 80
F A O / W H O 中 の 分 析 値 に よ る 報 告 書	卵	価	イソロイシン 84	含硫アミノ酸 82	含硫アミノ酸 78
	人 乳	価	イソロイシン 83	イソロイシン 82	イソロイシン 86
	牛 乳	価	イソロイシン 86	イソロイシン 85	リ ジ ン 83

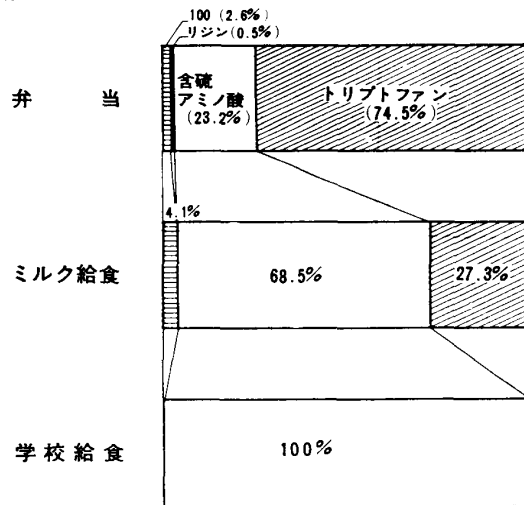
次にこのA/E比から算出した chemical score を第4表に示す。

先ず卵価について述べると、日本食品アミノ酸分析値を用いた場合も、<sup>5)</sup>FAO/WHO共同専門委員会の報告中の値を用いた場合も、<sup>9)</sup>弁当、ミルク給食、学校給食の順に低くなっている。この二方法による値に差がみられるのは全卵中の含硫アミノ酸量に差がみられるためであろう。又、同表の人乳価、牛乳価ではその値、制限アミノ酸の種類がまちまちで、この理由は明確には説明できない。又、前記第2表にも示したように、protein scoreでは71~91の比較的広い範囲で表現されるのにくらべ、chemical scoreであらわすとそれほど差は大きくない。即ち、卵価(66~79)、人乳価(82~89)、牛乳価(80~93)でその値の範囲は小さい。そして、蛋白栄養価を protein score で示すか、chemical score で示すかにより大きく異なってくることがわかる。しかし chemical score の場合も、FAO/WHO共同専門委員会の報告中の値による人乳価を除く<sup>8)</sup>いずれをとっても、学校給食の値が悪いのは注目しなければならない。

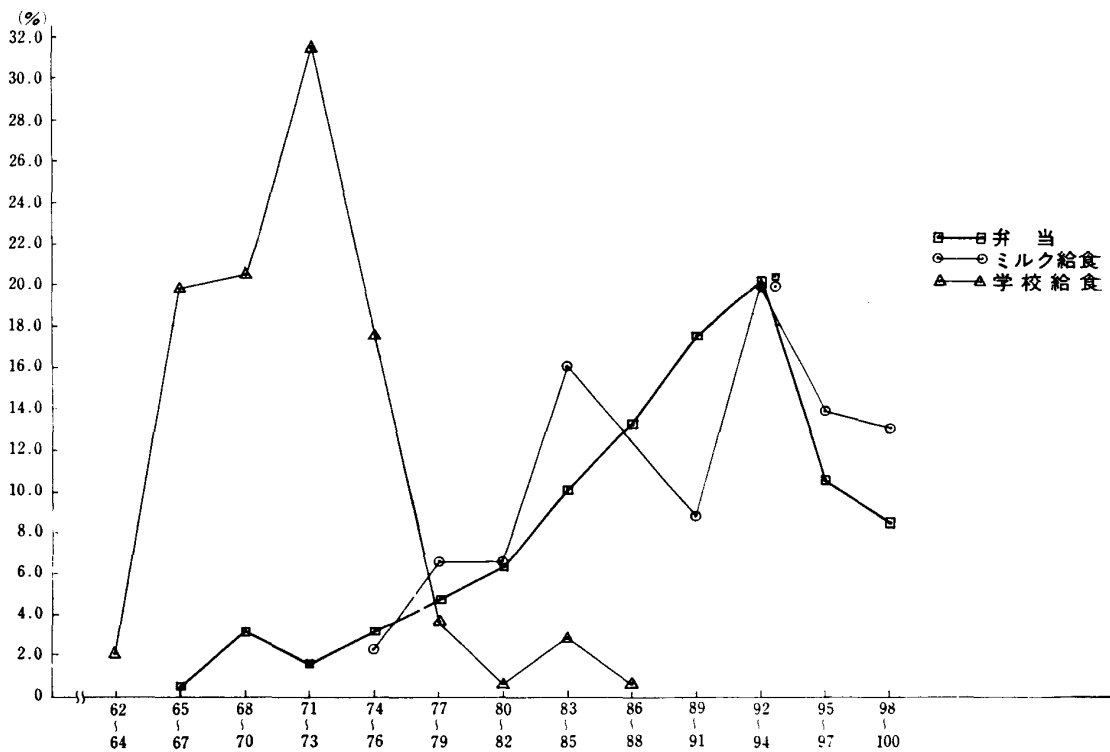
以上各グループごとの総窒素量、窒素1g中のアノ酸組成、A/E比の平均値より算出した protein score, chemical score について述べた。次に一食ごとの protein score, chemical score について述べる。

第4図、第5図に protein score の制限アミノ酸の種類と比率、protein score の分布状態を示す。

第4図 protein score における制限アミノ酸の種類



第5図 protein score の分布状態



第4図から明らかなように、弁当の制限アミノ酸はその70%以上がトリプトファンで、ミルク給食になると含硫アミノ酸がとってかわっている。これは、ミルク給食では卵の摂取は多いにもかかわらず、牛乳中のトリプトファン含量が多いため、トリプトファンが制限アミノ酸になる機会が減少したためと思われる。学校給食ではすべて含硫アミノ酸である

第5図について述べると、学校給食の protein score は弁当、ミルク給食のその分布にくらべて集中的であるが、極端に値が低い事実は注目したい。

次に chemical score の制限アミノ酸の種類と比率、その分布状態をみよう。この際の

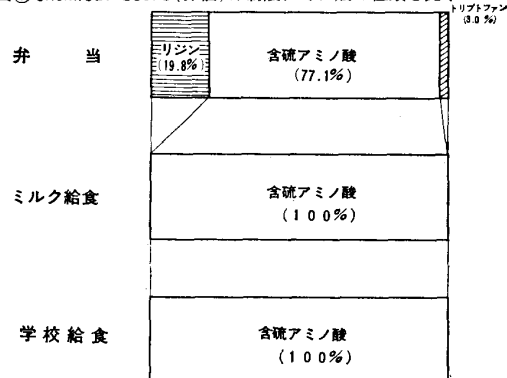
chemical score の算出には、FAO/WHO 共同専門委員会の報告中の値<sup>9)</sup>を用いている。全体的にみて、第6図①、②、③より、卵価の制限アミノ酸は含硫アミノ酸、リジン、トリプトファン、人乳価ではロイシン、リジン、トリプトファンに3グループとも限られ共通しているが、牛乳価の制限アミノ酸は3グループ間で共通していない。

第6図①の卵価で、ミルク給食、学校給食はすべて含硫アミノ酸が制限アミノ酸であるが、これは同じ原因によるものではないと思われる。即ち、学校給食では卵の摂取が殆んど皆無に近いことが原因と思われるが、ミルク給食では卵の摂取はある程度あるが、ミルクを加えることによりトリプトファン、リジン量が相対的に増し、制限アミノ酸となる機会を逸することになったと思われる。このことは、弁当のみの制限アミノ酸が含硫アミノ酸の外にリジン、トリプトファンであることから推察できる。

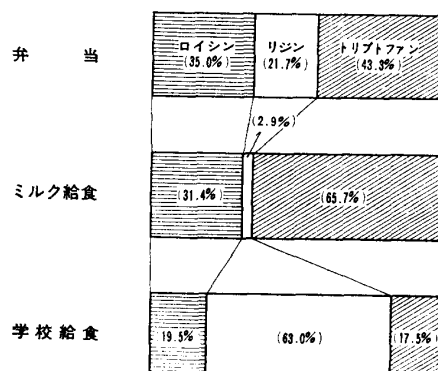
第6図②の人乳価において、ミルク給食の制限アミノ酸のトリプトファンの占める割合がふえている。これは魚、肉、卵等の動物性食品と牛乳の摂取によりリジン量が増加したためであろう。ここでも学校給食の制限アミノ酸としてリジンが多いことに気づく。リジンの低値は各必須アミノ酸摂取量、総窒素1g中のアミノ酸組成、第3図のパターン、A/E比においても同様に見られたことであるが、このことはリジンが成長因子と言われる点からも注目されなければならない。

第6図③より、牛乳価の制限アミノ酸は各グループともリジンが大部分を占めている。これは基準となる牛乳中のリジン含量が比較的高いためであろう。

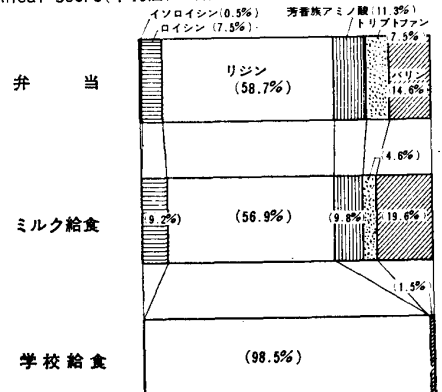
第6図① chemical score(卵価)の制限アミノ酸の種類と比率



第6図② chemical score(人乳価)の制限アミノ酸の種類と比率

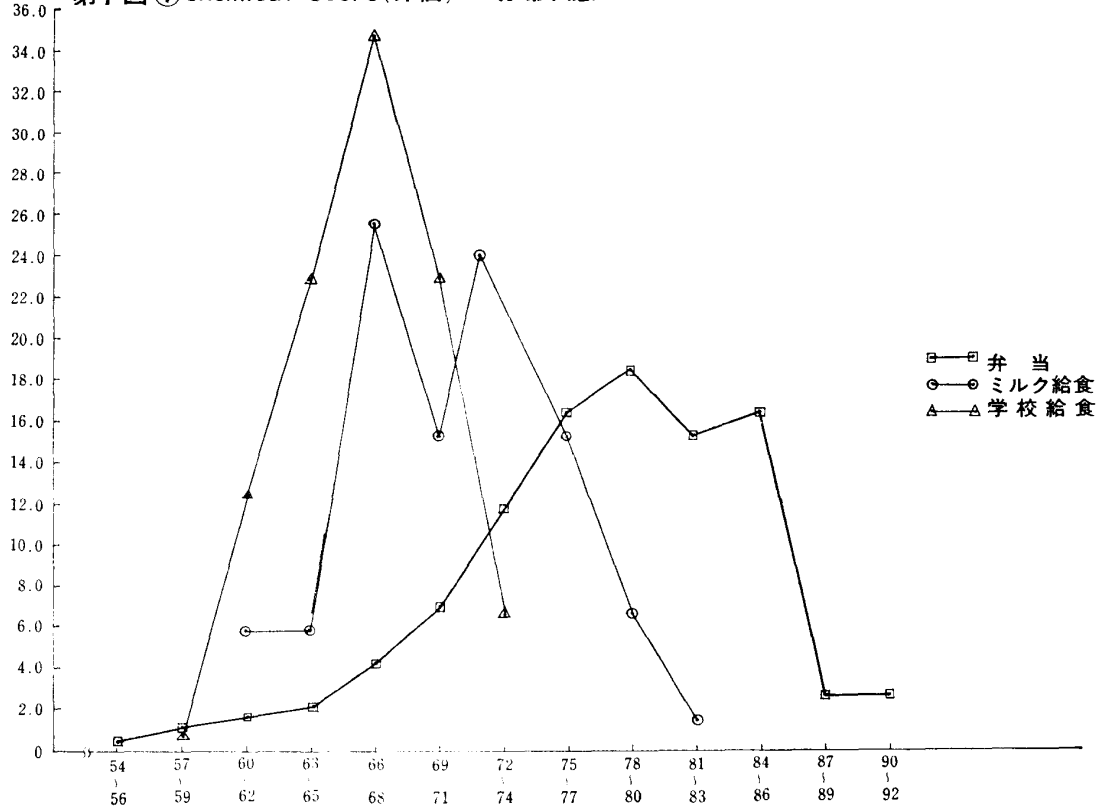


第6図③ chemical score(牛乳価)の制限アミノ酸の種類と比率

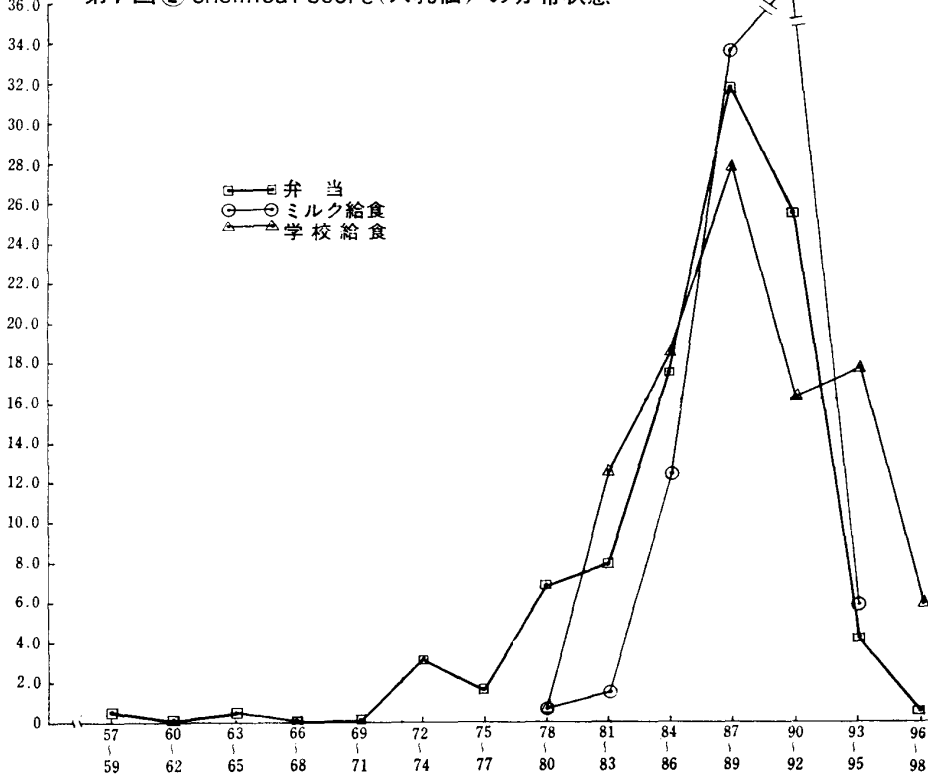




第7図① chemical score(卵価) の分布状態



第7図② chemical score(人乳価) の分布状態



第7図は卵価，人乳価の分布状態である。第7図①の卵価の分布状態については，まず弁当の場合，他の二つにくらべ分布の巾が広く，個々の弁当の蛋白栄養価の優劣の差が大きいことに気づく。ミルク給食では，分布巾はそれほど広くないが，栄養価が低くなっている。学校給食では分布巾がせまく，従って個々の給食の栄養価の優劣の差は小であるが，値が低すぎる。しかし，一方，人乳価で表わすと第7図②で明らかなように，この三者はいずれも分布巾，即ち個々の食事の栄養価の差は少なく表現され，しかも三者とも高い値に集中されている。

## 結 論

1. 昭和42年5月より昭和43年1月にわたって，鹿児島市のミルク給食実施前後のA中の弁当，ミルク給食，鹿児島市立学校給食センターの給食について，protein score, chemical-score（卵価，人乳価，牛乳価），総窒素1g中の各必須アミノ酸のmg，E/T比，A/E比を求めた。
2. protein score は弁当平均90，ミルク給食平均91，学校給食平均71で，制限アミノ酸は弁当がトリプトファン，他の二つは含硫アミノ酸で，学校給食の低値が目立った。
3. chemical score のうち，卵価は日本食品アミノ酸分析値を基準にした場合，制限アミノ酸はすべて含硫アミノ酸で，弁当，ミルク給食，学校給食の順に平均79，70，66であった。FAO/WHO共同専門委員会の報告中の値を基準とした場合は平均84，82，78で，制限アミノ酸は弁当がイソロイシン，他の二者は含硫アミノ酸であった。
4. 人乳価は日本食品アミノ酸分析値による場合は，弁当，ミルク給食が平均89，学校給食が平均88で変わらず，制限アミノ酸は弁当，ミルク給食，学校給食の順にロイシンとトリプトファン，トリプトファン，リジンであった。又，FAO/WHO共同専門委員会の報告中の値によると，前記の順に平均83，82，86で，制限アミノ酸はすべてイソロイシンであった。
5. 牛乳価は日本食品アミノ酸分析値による場合は，弁当，ミルク給食，学校給食の順に平均88，93，80で，制限アミノ酸はすべてリジン，FAO/WHO共同専門委員会の報告中の値による場合は平均86，85，83で，制限アミノ酸は弁当，ミルク給食がイソロイシン，学校給食がリジンであった。
6. E/T比は弁当 2651，ミルク給食 2767，学校給食 2315で，学校給食の値が極端に低かった。
7. 学校給食は蛋白質摂取量，動蛋白率は平均 35.3g，39%と文部省の学校給食基準を満たしているにもかかわらず，総窒素1g中のアミノ酸組成，A/E比でリジン，含硫アミノ酸の値が低く，E/T比，protein score, chemical score のいずれも低かった。これは，学校給食の献立面に一考を要する材料に充分なりうるを考える。即ち，リジンのパンへの強化，卵その他の含硫アミノ酸の多い蛋白食品を献立に取り入れる必要性を示唆している。

## 文 献

1. 植木，米永，桑畑，坂本：鹿児島県立短大紀要 15，59（1964）
2. 植木，米永，桑畑，坂本：鹿児島県立短大紀要 16，75（1965）

3. 坂本，桑畑：鹿児島県立短大紀要 17，61（1966）
4. 坂本，桑畑：鹿児島県立短大紀要 18，55（1967）
5. 科学技術庁資源調査会：日本食品アミノ酸組成表，大蔵省印刷局，東京（1966）
6. 米国農務省編，大磯敏雄訳：食品のアミノ酸含量表，第1出版，東京（1963）
7. 香川綾：食品成分表，女子栄養大学出版部，東京（1968）
8. **FAO Committee: "Protein Requirement, 1957"**（1958）
9. **FAO/WHO 共同専門委員会報告「必須アミノ酸研究委員会訳」**：蛋白質必要量，第1出版，東京（1965）
10. I. Nakagawa, J. Takahashi, J. Suzuki: J. Nutrition, 71, 126（1960）；73, 186（1960）；74, 401（1961）
11. 香川綾：食品成分表，P80，女子栄養大学出版部，東京（1968）
12. 香川綾：全上，P89
13. Albanese, A.A. et al: J. Nutrition, 35, 177（1948）
14. Albanese, A. A. et al: J. Nutrition, 37, 511（1949）