ラットの摂食リズムに及ぼす飼料カゼインレベル, トリプトファン添加, メラトニン注射および連続暗黒飼育の影響

江 指 隆 年, 鈴 木 和 男, 高 橋 誠 司**, 鈴 江 緑 衣 郎
中 村 敦 子*, 印 南 敏*

国立栄養研究所成人栄養部, *食品科学部, **神奈川県立栄養短期大学食物栄養科

Effects of Dietary Casein Content, L-Tryptophan Supplementation, Melatonin Injection and Continuous Darkness on the Diurnal Food Intake Rhythm of Male Rat

Takatoshi Esashi, Kazuo Suzuki, Seishi Takahashi**, Ryokuero Suzue, Atsuko Nakamura*
and Satoshi Innami*

Division of Adult Nutrition,* Division of Food Science

The National Institute of Nutrition, Kanagawa Prefecture Junior College of Nutrition

Effects of dietary casein content, L-tryptophan supplementation, melatonin injection and continuous darkness on the diurnal food intake pattern of male rats were investigated. The results were as follows:

- 1) Male rats of 6 weeks of age kept under regular light-dark cycle (light from 0700 A.M. to 0700 P.M.) and served 9 or 27% casein diets took 80-90% of the 24 hr. food consumption in the dark as determined at every 4 hr. intervals.
- 2) Proportion of the food consumption during the dark period or the corresponding time period of continuous darkness group to the 24 hr. food consumption showed no difference between the animals fed 9 and 27% of casein diets. But, maximum food intake appeared earlier in the 27% casein diet group than the 9% group.
- 3) The rats kept under continuous darkness for 20 days showed a diurnal food intake rhythm clearly but the proportion of the food consumption during 0700 P.M. to 0700 A.M. was lower than that of the regular light-dark cycle group. This tendency appeared to be more clear in young rats (6 weeks of age) than adult (6 months of age) ones.
- 4) Melatonin injections (500 μ g/rat/day s.c.) to the rats served 9 or 27% casein diets for 20 days gave no effect on the diurnal food intake rhythm.
- 5) The addition of 0.2% L-tryptophan to the 9 or 27% casein diets also gave no effect on the feeding pattern of rats served the diets for 20 days.

Jap. J. Nutr., 35 (4) 183~192 (1977)

生物が示す生命現象は規則正しいリズムの下に維持されていることはよく知られている^{1), 3), 35)}。このような生体のリズムは、生物の内因的なリズムと外部環境に依存するリズムとに区分し得るが、生体はこの2つのリズムと外部環境のリズム(外的リズム)が相互に影響し合って存在している。外的リズムの中でも昼夜(明暗)の繰り返し⁴⁾ および食事²⁾ は、生体リズムに大きな影響を与える因子として注目されている。ことに生体リズムに関する研究が、『時間と空間環境の概念』を生物を対象とする科学の分野へ導入しつつある現在²⁾、実験動物の示す明暗(光)、摂食などへの反応は実験計画の上からも、また実験結果を解釈する上からも無視し得ないものとなっている。

明暗環境と生体リズムの関係は光—視神経—松果体の経路として、とくに松果体に含まれるセロトニン、メラトニンおよびセロトニンN-アセチルトランスフェラーゼ活性（以下NATと略）などとの関係がよく研究されている⁵⁾⁶⁾。Quay⁷⁾は、松果体のセロトニン含量が昼間は夜間の4倍以上、セロトニンから生成されるメラトニンは夜間が昼間の3倍あることを発見した。また Klein⁸⁾らは、メラトニン生合成の律速酵素である NAT 活性が夜間に昼間の15~20倍増加することを見出し、出口ら⁹⁾はその後50~100倍の酵素活性変化を認めている。NAT 活性の大きな日内変動は、それにより生成されるメラトニンが生体リズム調節作用を有する可能性を示唆しているが、現在までのところ抗性腺作用^{10)~11)}を除いては明確な結果は報告されていない。一方、食事が生体リズムに与える影響に関しては、摂食に伴う運動量や酵素活性¹²⁾、血清ホルモン量の変化¹³⁾²⁰⁾、飼料中のたん白質含量と各種酵素活性¹⁴⁾との関係などを含め、多数報告されている²⁾。Takahashi ら¹⁵⁾は、明暗リズムのない連続照明下あるいは盲目ラットの血中副腎皮質ホルモン（以下CSと略）の日周リズムが食餌摂取により変化することを報告し、CSの日内変化は摂食周期に随伴する2次的現実であると指摘している。また森本は摂食とCSの関係のほかに、松果体とCSとの関係を調べ、松果体摘出ラットのCS日周リズムが対照ラットと差のないことを示した¹⁶⁾。

以上の例からも明らかなように、生物の活動と光（明暗）および食事（摂食リズム）は切り離すことのできない関係にあるが、本報告ではこれまで論文の一部としてだけ扱われることが多く、単独の論文としては発表されることの比較的少なかったラットの摂食リズムを、飼料カゼイン含量、連続暗黒飼育、トリプトファン添加、メラトニン注射などとの関係からまとめたものである。

方 法

実験動物としてはラットを用い、性周期による生理的身体状態の変動などが少ない雄を対象とした。

ラットは個飼い（18×18×25 cm）6連の金網製飼育カゴを用い、1日12時間点灯（午前7時～午後7時）の動物室で飼育した。飼育温度は22±1℃、湿度は60~90%であった。動物飼育期間中は毎日、午前10時~12時の間に給餌、給水、摂食量測定、体重測定、その他の作業を行なった。摂食リズムの測定に際してはラット1匹当たり2組の中ぶた付給餌つばを用意し、2~4時間毎に給餌つば全体を交換、動物室外において摂食量の測定、記録を行なった。摂食リズムの測定は最低28時間連続して実施し、最初の時間単位の摂食量を除外した24時間の総摂食量に対する各時間単位の摂食量をパーセントで表わした。消灯後の給餌つば交換時には、東芝製暗室用電球親子型（赤）を使用した。なお、給水はすべて水道水である。またラットの系統は Wistar 系、Sprague-Dawley 系、Wistar-Imamichi 系などを使用した。これらの系統はその生理的性状においてそれぞれ特徴を有している³¹⁾³²⁾が、系統差による摂食リズムの差は今までのところ報告されていないので^{18)~22)}、いずれの系統も本実験の目的に支障をきたさないと考えられる。以上以外の実験条件については、それぞれの実験ごとに述べる。

実験1. 正常明暗飼育ラットの摂食リズム：5週齢のWistar系雄ラット30匹を購入2日間正常明暗条件下、固型飼料（日本クレア CE—2）で飼育後、飼料カゼインレベル20%の実験食（表1）を自由摂取させた。摂食リズムの測定は実験食給与6日後の午後2時から開始し、3時間毎に摂食量を測定した。

実験2. 摂食リズムに及ぼす連続暗黒飼育、飼料カゼイン含量およびトリプトファン添加の影響：3週齢の Sprague-Dawley 系（以下 SD 系と略）雄ラット48匹を購入4日間、正常明暗下、固型飼料（日本クレア CE—2）で飼育し、以後、9%カゼイン食群、27%カゼイン食群に分けた。9%および27%カゼイン食群をさ

Table 1 Composition of the diet
(Experiment 1)

Milk casein	20%
Soy bean oil	9
Vitamin oil*	1
Vitamin mix.**	0.85
Choline chloride	0.15
Mineral mix.**	4
α -Starch (corn)	65

* Vitamin A 300 I.U., Vitamin D 30 I.U.
Vitamin E 100 mg

** Harper, A. E. : J. Nutr. 68 408 (1958)

Table 2 Composition of the diets
(Experiment 2~4)

Diet No.	1	2	3	4
Milk casein	9%	9%	27%	27 %
Soy bean oil	5	5	5	5
Vitamin mix.*	1	1	1	1
Mineral mix.**	4	4	4	4
α -Starch (corn)	81	80.8	63	62.8
L-Tryptophan	0	0.2	0	0.2

* Vitamin content (per 100g diet) : Vitamin A 500 I.U., V. D₃ 40 I.U., V. E. 0.2 mg V. B₁ 0.2 mg, V. B₂ 0.3 mg, V. B₆ 0.2 mg, V. B₁₂ 0.2 μ g, Folic acid 0.1 mg, Calcium pantothenate 1mg, Niacin 2mg, Choline chloride 100 mg,

** Harper, A. E. : J. Nutr. 68 408 (1958)

らに、連続暗黒飼育群、正常明暗群に分け、これらをさらに0.2%トリプトファン添加食給与群と対照群に分けた。したがって48匹は1群6匹の8群に群別されたことになる。実験食の組成を表2に示した。

摂食リズムはそれぞれの条件下で、飼育20日後の午前11時から4時間毎に摂食量を測定して行なった。なお、トリプトファンの添加量0.2%は、27%カゼイン食群が摂取した総トリプトファン量と同量のトリプトファンを、9%カゼイン食群が摂取するために必要とする添加量の約1/2である。

実験3. メラトニン投与の摂食リズムに及ぼす影響：3週齢のSD系雄ラット54匹を購入後4日間、正常明暗下、固型飼料（日本クレア CE-2）で飼育し、以後、群分けは実験2に準じて行ない、1群6匹の9群に分け、その5群に9%カゼイン食（表2, Diet No. 1）を、残る4群に27%カゼイン食（表2, Diet No. 3）を給与した。メラトニン（シグマ社製）は10%エチルアルコールに溶解し、500 μ g/0.25 ml⁽¹¹⁾を毎日、背部皮下に注射した。メラトニンの投与は投与時刻によってその影響が異なるという Tamarkin ら⁽¹⁷⁾の報告を参照して、午前10時または午後5時に実施した。対照群（正常明暗群）および連続暗黒群には午後5時に、10%エチルアルコール溶液 0.25 ml を同様に投与したが、比較のため、9%カゼイン食対照群には午前10時に10%アルコール溶液を投与する群もいた。なお、注射液はすべて無菌的に調製し、4°C に保存、1週間以内に使用した。メラトニン投与開始20日後の午前11時から4時間毎に摂食量を測定し、摂食リズムを調べた。

実験4. 成熟ラットの摂食リズムに及ぼす連続暗黒飼育および飼料カゼインレベルの影響：4ヵ月齢のWistar-Imamichi 系雄ラット36匹を正常明暗条件下、固型飼料（日本クレア CE-2）で1ヵ月間飼育後、1群9匹の4群に分け、各2群に9あるいは27%カゼイン食（表2）を給与し、これらをさらに連続暗黒飼育群、対照群（正常明暗群）に分けた。摂食リズムは実験食給与20日後の午前11時から4時間毎に摂食量を測定して調べた。

結果および考察

1. 正常明暗ラットの摂食リズム（実験1）

正常明暗条件下で3時間毎に測定した24時間の摂食量パターンは、ラットが夜間に多量の摂食行動を行なうという従来の報告^{(18)~(21)}とよく一致した結果を示し、午後5時~午前8時までに1日の総摂食量の74.1%を摂

取した。図1に各時間単位毎の摂食量を24時間当りのパーセントで示した。消灯前後と明け方に摂食量のピークがあるようにみられるが、本実験では時間単位の中に、点灯中と消灯後の両者を含む時間帯(午後5時～午後8時、午前5時～午前8時)が存在しているので、時間単位の区分を変更した場合には、別の結果が得られる可能性も否定できない。図2には、各時間単位における摂食量パーセントのバラツキを示した。これから明らかなように、摂食量がピークを示す時間帯においても、総摂食量の10%以下の摂食行動を示す個体がいる一方で、点灯時間帯中に総摂食量の16～18%の摂食を行なう個体もあり、摂食リズムにおける個体差の存在を示した。

2. 摂食リズムに及ぼす連続暗黒飼育、

飼料カゼインレベルの影響(実験2)

連続暗黒下で20日間飼育したラットの

Fig. 1 Twenty-four hour pattern of food intake in rats fed the standard diet (Table 1) for one week. Thirty male rats of 5 weeks of age were housed individually in a wire mesh cage where the room temperature was controlled at $22 \pm 1^\circ\text{C}$, and the light schedule consisted of 12 hours of white fluorescent light per day, from 07.00 to 19.00 hr, alternating with 12 hr. of artificial darkness. Diet consumption was estimated at every 3 hr. over 24 hr.

Fig. 2 Variations in proportion of 24 hr. food consumption as measured at every 3 hr. intervals.

摂食パターンは図3に示したごとく、夜間に多量の飼料を摂取するという実験1(図1)の結果とよく一致した結果を示し、夜間に相当する時間帯(午後7時～午前7時)に多量の摂食行動を示した。しかし正常明暗条件下で飼育したラットと比較すると、摂食量のピークに移動が認められる。図3に示したごとく、同一飼料カゼインレベルで比較すると、連続暗

黒飼育群の摂食リズムは約4時間先行している。連続暗黒下においても摂食リズムが存続することはすでに知られているところであるが、Takahashi¹⁵⁾らは、両眼を摘出して盲目にした12週齢ラットの摂食パターンを7週間にわたって調べ、摂食パターンの移動は1週間当たり約2時間であったと報告している。本実験結果から計算すると、連続暗黒飼育による摂食パターンの移動は1週間に約1時間強となり、盲目ラットの移動割合とは一致しなかった。毎日、一定時刻に行なった体重測定、給餌、給水作業などがリズムを同調させる外部環境因子 (zeitgeber)²⁷⁾として作用した可能性もあるが、盲目ラットと、正常なラットを暗黒条件下で飼育したという実験条件の差が、光のリズムがないという Takahashi らとわれ

われの共通の条件をこえて、不一致をもたらしたのであろう。

つぎに飼料カゼインレベルの差による摂食パターンを比較すると、27%カゼイン食群の摂食量のピークが9%カゼイン食群のそれよりも早く出現する傾向がうかがわれた。この現象が、正常明暗群、連続暗黒群の両者で認められたことを考えると、飼料中のたん白質構成成分、アミノ酸、あるいはその他の成分が摂食リズムに影響を及ぼしている可能性^{20) 22) 30)}が考えられる。哺乳類の摂食行動は、視床下部の摂食中枢により支配されるので、ここで得られた結果は、食餌成分が摂食リズム支配の中枢に影響を与える可能性を示唆するものとして興味深く、今後あらためて研究したく考えている。同様の結果は実験3においても認められた。

消灯時間帯中(午後7時～午前7時)の摂食量パーセントの合計その他を表3に示した。正常明暗群は80～90%，連続暗黒群は60%前後の飼料を、夜間あるいは夜間に相当する時間帯に摂取することが認められる。24時間当りの総摂食量は、連続暗黒群、正常明暗群で大差ないから、連続暗黒群にみられた摂食量パーセントの低

Fig. 3 Twenty-four hour pattern of food intake in rats supplied the experimental diet (Table 2) and kept under continuous darkness for twenty days. Each group consisted of six male rats of 6 weeks of age. Food consumption was estimated at every 4 hr. intervals.

§1. For abbreviations, see the foot note of Table 3.

Table 3 Effects of dietary casein content, continuous darkness and L-tryptophan supplementation on the food intake during the dark period. (20th day) (Experiment 2)

Diet No.	Group §1.	No. of rats	Age in week	Body weight	Mean food intake per rat per 24 hr.	Proportion of diet consumption during 19.00~07.00 hr.(%)
1	9D	6	6	127.2±4.7 g §2.	13.2±0.4 g	58.6±2.7 a b c §3.
2	9T D	6	6	117.2±5.5	12.1±0.9	46.8±5.6 a d e
3	27D	6	6	173.0±8.3	17.1±1.5	63.4±2.3 b f g
4	27T D	6	6	176.2±4.2	16.2±0.9	61.9±5.0 d f h
1	9L	6	6	124.2±2.3	13.5±0.3	90.8±2.6 c ** i j
2	9T L	6	6	123.2±3.7	10.7±1.0	88.4±3.9 e ** j k
3	27L	6	6	186.6±11.4	12.3±0.3	79.9±2.7 g * i ** l
4	27T L	6	6	180.4±3.7	13.7±0.6	76.7±5.5 h k l

§1. Abbreviations of the group.; 9 or 27: Percent of milk casein in the diet. D: Kept in continuous darkness during 20 days. T: 0.2% of L-tryptophan was added to the diet. L: Kept in regular light-dark (light from 07.00 A.M. to 07.00 P.M.) cycle.

§2. Mean±S.E.

§3. The results were compared by the t test. The comparison was made between the results in the table which have the same alphabetical letter. One asterisk (*) shows the significant difference between the pair with at least 99% probability and two asterisks (**) show the significance with at least 99.9% probability.

下は、連続暗黒飼育によるピークの移動あるいは平坦化の結果と考えられる。

3. トリプトファン添加の摂食リズムに及ぼす影響 (実験2)

トリプトファンはセロトニンおよびメラトニン生成の材料であり²³⁾²⁴⁾、トリプトファン負荷による脳セロトニン量の増加などが知られている²⁵⁾²⁶⁾。しかし本実験の結果(表3, 図3)は、9および27%カゼイン食に添加した0.2%のトリプトファンが摂食リズムに影響を与えたとは考えられないことを示している。この結果はまた、トリプトファンから生成されるセロトニンあるいはメラトニンなどもラットの摂食リズムに関与している可能性が少ないことを示唆している。

4. メラトニン投与が摂食リズムに及ぼす影響 (実験3)

前項実験2の結果からメラトニンはラットの摂食リズムに影響を与えないと考えられたが、これを確かめるためにメラトニン投与(皮下注射)を9および27%カゼイン食給与ラットに対して実施した。

図4および表4にメラトニン投与20日後の摂食リズム、摂食量などを示した。この結果から明らかなようにメラトニンは摂食リズム、摂食量に何ら影響を与えなかった。9%カゼイン食群と27%カゼイン食群の摂食量のピーク出現時間が異なることおよび連続暗黒飼育による摂食リズムの平坦化は実験2で得られた結果と一致した。しかし連続暗黒飼育による摂食量のピークの移動はみられず、実験2の結果と一致しなかった。この原因は不明であるが、毎日定時に実施した注射あるいは体重測定などの刺激が時計(zeitgeber)²⁷⁾の役割を果たした可能性がある。

消灯時間帯中の摂食量パーセントは実験2の結果と一致した。

Tamarkin¹⁷⁾らはメラトニンの抗性腺作用とメラトニン投与時刻の関係を調べ、点灯3時間後の午前9時に投与したものは無効、点灯6.5~13.75時間後に相当する午後1時30分~午後7時45分に投与したものは有効であ

Table 4 Effect of melatonin injection on food intake during the dark period §1 (20th day)
(Experiment 3)

Diet No.	Group §2.	Time of injection	Body weight	Mean food intake per rat per 24 hr.	Proportion of diet consumption during 19.00~07.00 hr. (%)
1	10-9L	10AM	121.8±3.0 g §3.	12.2±0.7 g	81.0±5.0 a §4.
1	10M-9L	10AM	122.2±7.5	13.0±1.3	80.4±3.8 a
1	17-9L	17PM	117.5±5.7	11.5±1.2	82.5±3.4 b c
1	17M-9L	17PM	120.0±3.5	12.3±0.7	82.5±4.2 b
1	17-9D	17PM	118.2±3.5	13.1±0.7	60.3±10.3 c **
3	10M-27L	10AM	189.3±5.1	15.0±0.7	82.3±5.8
3	17-27L	17PM	188.3±8.0	15.3±1.1	80.4±2.1 d e
3	17M-27L	17PM	178.5±5.7	14.5±0.6	82.5±2.4 d
3	17-27D	17PM	184.5±7.2	14.7±0.5	63.4±6.9 e *

§1. Number of rats and age in weeks are the same as in Table 3.

§2. Abbreviations of the group.; 10 or 17 : Time of injection. M : Melatonin (500 µg/0.25 ml 10% ethylalcohol/rat s.c.) was injected every day for 20 days. For control, vehicle was injected. 9, 27, L and D : Same as in Table 3.

§3. Mean±S.E.

§4. Same as §3 of Table 3.

り、消灯時刻に近い時刻に投与したもののほどその作用が強く示されることを、ハムスターを用いて研究した。本実験ではこの報告をもとに、メラトニン投与を点灯3時間後に相当する午前10時あるいは点灯10時間後に相当する午後5時に分けて実施したが、投与時刻にかかわらず、ラットの摂食リズムには影響を与えなかった。本実験のメラトニン投与量がTamarkinらの投与量(25 µg)の20倍に相当することおよび投与メラトニンが松果体をはじめとする脳内に取り込まれるという報告³³⁾³⁴⁾などと考え合わせると、メラトニンが摂食リズムと関係している可能性が少ないことは、実験2の結果とともにますます強く示唆される。この推論はまた、副腎皮質

Fig. 4 Effects of melatonin injection, dietary casein content and continuous darkness on the 24 hr. food intake pattern. Each group consisted of six male rats of 6 weeks of age. The rats were served experimental diets containing 9 or 27% of casein. Food consumption was estimated at every 4 hr. intervals.

§1. For abbreviations, see the foot note of Tables 3 and 4.

ホルモンが摂食に随伴して上昇するにもかかわらず、松果体摘出ラットの副腎皮質ホルモンの日周リズムに変化がなかったことから、松果体は摂食リズムに直接関与しないであろうとした森本の報告¹⁶⁾によっても支持される。

5. 成熟ラットの摂食リズムに及ぼす連続暗黒飼育および飼料カゼインレベルの影響 (実験4)

Table 5 Effects of dietary casein content, continuous darkness on the food intake of adult rats during the dark period. (20th day) (Experiment 4)

Diet No.	Group. §1.	No. of rat	Age in months	Body weight	Mean food intake per rat per 24 hr.	Proportion of diet consumption during 19.00~07.00hr. (%)
1	9D	9	6	492.3±13.4 g §2.	26.2±1.3	58.6±3.5 a c §3.
3	27D	9	6	513.0±7.4	24.1±0.9	67.6±3.8 a ** d
1	9L	9	6	505.6±8.3	27.6±1.8	64.5±4.3 b c
3	27L	9	6	531.3±6.6	24.3±0.8	62.3±2.6 b d

§1. Abbreviations of the group are the same as in Table 3.

§2. Mean±S.E.

§3. Same as in Table 3.

図5および表5に結果を示した。成熟ラットも実験1~3で使用した幼若ラットと同様、夜間あるいは夜間に相当する時間帯に多量の摂食行動を示した。ただし、摂食量のピークは9%カゼイン食正常明暗群を除いて、午後11時~午前3時の間にあり、幼若ラットの場合とは異なる摂食行動を示した。9%カゼイン食正常明暗群の摂食パターンが他の群と異なった結果を示したのは、成熟ラットの特徴を示しているのかもしれない。

消灯時間帯中の摂食量パーセントの合計は、正常明暗群で62.3~64.5%、連続暗黒群で58.6~67.6%であった。幼若ラットの夜間の摂食パーセントの合計80~90%と比較すると、成熟ラット正常明暗群の夜間の摂食量パーセントの合計は著しく少ない¹⁹⁾²¹⁾。一方、連続暗黒群のそれは幼若ラット、成熟ラット間で大差なかった。

飼料カゼインレベルと夜間の摂食量パーセントを比較すると、9%カゼイン食連続暗黒群が27%カゼイン食群より有意に少なく、摂食リズムの平坦化を示した。

成熟ラットは一般に栄養条件など外的環境条件の影響を受けにくいことが知られているが²⁵⁾、本実験の結果も同様の傾向を示し、連続暗黒飼育あるいは飼料カゼイン含量の変化による影響は、幼若ラットのように明確には出現しなかった。

Fig. 5 Twenty-four hour pattern of food intake in adult rats served 9 or 27% casein diet and kept under continuous darkness for 20 days. Each group consisted of 9 male rats of 6 months of age. Food consumption was estimated at every 4 hr. intervals.

§ For abbreviations, see the foot note of Table 3.

以上、ラットの摂食行動に明確な日周リズムの存在すること、そのリズムが個体、明暗条件あるいは栄養条件などの外部環境因子によって変動することが示された。これらの結果は、栄養状態と動物の生理的状态の関係などを厳密に調べようとする場合に、飼育環境と給餌条件への配慮が必要であることを示していると考えられる。

要 約

ラットの摂食リズムに及ぼす飼料カゼインレベル、トリプトファン添加、メラトニン注射および連続暗黒飼育の影響について実験し、以下のごとき結果を得た。

1) 1日12時間点灯(午前7時～午後7時)、12時間消灯の正常明暗条件下で飼育したラットは、1日の総摂食量の80～90%を夜間、消灯時間帯に摂食した。しかし、点灯時間中の4時間に18%近くを摂食した個体もあった。

2) 消灯時間帯中の摂食量パーセントの合計は、飼料カゼイン含量が9あるいは27%の場合、正常明暗群、連続暗黒群ともに、飼料カゼイン含量による差を認めなかった。しかし摂食量のピークは27%カゼイン食群に早く到来した。

3) 連続暗黒飼育20日後も明確な摂食リズムが存続した。しかし、消灯時間帯に相当する午後7時～午前7時までの摂食量パーセントの合計は正常明暗群より低下しており、摂食リズムの移動あるいは平坦化が示された。この傾向は、成熟ラット(6カ月齢)に比較して幼若ラット(6週齢)にとくに強く表われた。

4) メラトニン(500 μ g/日/ラット皮下投与)あるいは、9および27%カゼイン食飼料に添加した0.2%のトリプトファンは、ラットの摂食リズムに影響を与えなかった。

終りに、本実験に御協力下さった、実践女子大学学生、野沢礼子、柳田章江の両氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Aschoff, J. & R. Wever : *Fed. Proc.*, **35**, 2326 (1976)
- 2) 須田正巳, 早石 修, 中川八郎編: バイオリズムとその機構 (1976) 講談社
- 3) 千葉喜彦: 生物時計サーカディアンリズムの機構 (1975) 岩波書店
- 4) 加藤 勝: 光と動物の生活 (1973) 共立出版
- 5) 出口武夫: 代謝, **10**, 1203 (1973)
- 6) 出口武夫: 科学, **44**, 66 (1974)
- 7) Quay, W. B. : *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **115**, 710 (1964)
- 8) Klein, D. C., & J. L. Weller : *Science*, **169**, 1093 (1970)
- 9) Deguchi, T. & J. Axelrod : *Anal. Biochem.*, **50**, 174 (1972)
- 10) Wurtman, R. J., J. Axelrod & E. W. Chu : *Science*, **141**, 277 (1963)
- 11) Debeljuk, L. : *Endocrinol.*, **84**, 937 (1969)
- 12) Potter, V. R., R. A. Gebert, & H. C. Pitot : *Adv. Enz. Reg.*, **4**, 247 (1966)
- 13) Krieger, D. T. : *Endocrinol.*, **93**, 1077 (1973)
- 14) 渡辺民朗: 生化学, **42**, 595 (1970)
- 15) Takahashi, K., K. Inoue, Y. Takahashi : *Endocrinol.*, **100**, 1097 (1977)
- 16) 森本靖彦: 文献 2. p. 161 (1976)
- 17) Tamarukin, L., W. K. Westrom, A. I. Hamill & B. D. Goldman : *Endocrinol.*, **99**, 1534 (1976)

- 18) Kimura, T., T. Maji & K. Ashida : *J. Nutr.* **100**, 691 (1970)
- 19) Besch, E. L. : *Aerospace Med.*, **41**, 1145 (1970)
- 20) Levitsky, D. A. : *Physiol. and Behav.*, **12**, 779 (1974)
- 21) Redman, R. S. & L. R. Sweney : *J. Nutr.*, **106**, 615 (1976)
- 22) Peretinu, J. : *Cahiers Nutrition Dietetique*, **2**, 61 (1967) (*Nutr. Abs. & Rev.*, **37**, 1094 (1967) より引用)
- 23) Weissbach, H., B. G. Redfield & J. Axelrod : *Biochem. Biophys. Acta*, **43**, 352 (1960)
- 24) Axelrod, J. & Weissbach, H. : *J. Biol. Chem.*, **236**, 211 (1961)
- 25) Fernstrom, J. D. & R. J. Wurtman : *Advan. Biochem. Psychopham.*, **11**, 133 (1974)
- 26) Snyder, S. H. & J. Axelrods : *Science*, **149**, 542 (1965)
- 27) Aschoff, J. : *Naturwissenschaften*, **38**, 506 (1951) (中川八郎 : 代謝 **8**, 2 (1971) より引用)
- 28) Leatham, J. H. : The Testis III, P. 169~205, Johnson, A. D., W. R. Gomes & N. L. Vandemark編 (1970) Academic Press.
- 29) 井上和子, 高橋清久, 高橋康郎 : 日内分泌会誌 **52**, 898 (1976)
- 30) Anliker, J. & J. Mayer : *Am. J. Clin. Nutr.*, **5**, 149 (1957)
- 31) 長瀬すみ : 実験動物, **25**, 149 (1976)
- 32) 今道友則 : 日本臨牀, **19** (臨時増刊号) 99, (1961)
- 33) Kopin, I. J., C. M. B. Pare, J. Axelrod & H. Weissback : *J. Biol. Chem.*, **236**, 3072 (1961)
- 34) Wurtman, R. J., J. Axelrod, & L. Potter : *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, **143**, 314 (1964)
- 35) 伊藤真次 : ヒトの日周リズム——生理機能におよぼす環境の影響——(1977) 共立出版

(受付 : 昭和52年7月30日)

◆お詫びと訂正

○栄養学雑誌35巻2号 p. 101~p. 107 に掲載いたしました論文

「オキアミたん白質の栄養価に関する研究 (第一報)」岩谷昌子・小島義樹・田村盈之輔

は原著論文として掲載すべきところ、小社の不注意により調査論文として掲載いたし筆者各位に大変御迷惑をおかけいたしました。謹んでお詫び申し上げ、訂正いたします。

第一出版株式会社

◆著者からの申出により下記の通り訂正いたします。

○栄養学雑誌35巻3号 p. 159~p. 165

「食品のコレステロール含量」辻 啓介・中川靖枝・辻 悦子・鈴木慎次郎

		誤		正
p. 161	11行目	(文献)	3	3, 10
"	13行目	(")	2, 3, 10	2, 3, 6, 10
p. 163	15行目	(範囲)	38	不要
"	"	(文献)	8, 13	11
"	16行目	(")	13, 16	8, 13
"	17行目	(")	8, 13, 17	8, 11
"	21行目	(範囲)	80~382	80~82
"	"	(文献)	17	16, 17
p. 164	22行目	(範囲)	26~60	不要
p. 165	1行目	<i>Chem. Abs.</i> 52 , 16641 a (1958)		不要
"	2行目	最後尾		<i>Chem. Abs.</i> 52 , 16641 a (1958)