

N  
ブックス

# 四訂 栄養学総論

編著

林 淳三

執筆協力

倉沢新一・阿左美章治

建帛社

KENPAKUSHA

栄養学は二十世紀に発生した学問である。その世紀の前半は、脚気や壊血病などの疾病の原因が、ある種のいわゆる栄養素欠乏に起因することが判明すると、他の栄養素の探究が行われ、つぎつぎにあたらしい栄養素が発見された。そして、二十世紀後半はエネルギー量を含め、各栄養素の摂取適正量の策定研究へと発展した。こうしてわが国では1949年に初めて「栄養所要量」が政府により発表された。また、その栄養の実践指導者である栄養士・管理栄養士養成が盛んに行われるようになった。さらに栄養素の生体内代謝研究により栄養学が進歩し、独立した学問化の道を歩んできた。特にその実験研究は動物対象から人間の臨床に進み、そのエビデンスによる研究が重視されてきた。こうして栄養学は人間の健康になくてはならない実践学問になりつつある。

最近の栄養学は、その学術知識の進歩拡大化とともに分化してきた。基礎栄養学・臨床栄養学・公衆栄養学・母性栄養学・小児栄養学・高齢者栄養学・スポーツ栄養学などがその例である。これらはその必要に応じて栄養士・管理栄養士養成校や医療または保育・体育などの教育の一科目として講じられている。本書は「栄養学総論」と銘打っているが、これは現在の厚生労働省指定の栄養士養成課程カリキュラムに適合させたものである。その内容は基礎栄養学をもとにして、栄養学の歴史、各栄養素とエネルギーの知識と食物とのかかわり、栄養評価・食事摂取基準とその補給、そして栄養と健康を総括したものである。このうちの食事摂取基準は2005年より、従来の「栄養所要量」から「日本人の食事摂取基準」に替えられた。そして、毎年の世界の新しい研究報告を加味して5年ごとに改定されている。

このたび2014年（平成26年）3月に厚生労働省から「日本人の食事摂取基準（2015年版）」が出され、2015年4月から5年間適用することになった。その内容は近年、高血圧・脂質異常症・糖尿病・慢性腎臓病などの生活習慣病が、脳卒中・心不全・腎不全を多発することから、その重症化を予防することを重視している。その結果、エネルギーの基準値は摂取量と消費量のバランスで変化するBMI（body mass index）を指標とすることになった。また、摂取エネルギーの産生栄養素の割合を決め、飽和脂肪酸の過剰摂取を抑えることなど、新しい研究成果が盛り込まれている。

本書『栄養学総論』は、高橋徹三先生との共著で出版していたが、高橋先生が逝去されて後は、林淳三が改訂・修正を行ってきた。

今回出版される『栄養学総論』には、従来の林淳三の編著のもとに、先

端の研究知識を有する権威ある二人の学部長，関東学院大学倉沢新一教授，東京聖栄大学阿左美章治教授に執筆協力をお願いした。したがって新しいこの『栄養学総論』には，最新の研究知見とともに，今回改定された「日本人の食事摂取基準」がわかりやすく解説されている。また初版出版以来長く多くの読者に読まれた歴史を持つことから，学生の皆さんには栄養学の学習に得がたい書籍であると自認している。どうかこの本で勉学され，優秀な栄養士・管理栄養士になり，国民の健康維持増進のため社会で活躍されることを願う次第である。

2015年2月

編著者 林 淳 三

#### 四訂にあたって

2019年12月，「日本人の食事摂取基準（2020年版）」が，厚生労働省より公表された。ついては，第11章を新しい食事摂取基準に沿い見直した。また，三訂版以降の法令改正等，必要な改訂を行い「四訂版」とした。これまでもまして，活用いただけることを願う。

2020年3月

倉沢 新一  
阿左美章治

第1章

栄養の意義 ..... 1

1. 栄養とは ..... 1

2. 栄養素 ..... 1

3. 栄養学 ..... 3

第2章

栄養学の歴史 ..... 5

1. 栄養学の歩み ..... 5

1.1 古代・中世の栄養知識 ..... 5

1.2 ルネサンスと栄養学の芽ばえ ..... 5

1.3 栄養素の発見 ..... 6

1.4 必須アミノ酸の発見 ..... 8

2. エネルギー代謝の研究史 ..... 9

3. 消化と代謝の研究史 ..... 11

3.1 消化管での変化 ..... 11

3.2 物質代謝の研究史 ..... 11

4. わが国の栄養学の歴史 ..... 13

4.1 脚気の研究 ..... 13

4.2 アペリ酸, オリザニンの発見 ..... 14

4.3 アドレナリンの分離 ..... 15

4.4 栄養研究所の設立 ..... 15

4.5 食養研究所の設立 ..... 15

4.6 基礎代謝の研究 ..... 15

4.7 アノイリナーゼの発見 ..... 15

4.8 アリチアミンの発見 ..... 15

4.9 戦後の栄養学研究の発展 ..... 16

第3章

栄養素と食物 ..... 19

1. 人体の成分と栄養素 ..... 19

1.1 人体の構成元素 ..... 19

1.2 人体の構成成分 ..... 20

1.3 人体の構成・機能と栄養素 ..... 20

2. 食物成分 ..... 20

2.1 食品成分の分類 ..... 20

2.2 食物繊維 ..... 22

3. 食品の機能性とその種類 ..... 23

4. 保健機能食品 ..... 25

第4章

食物の摂取 ..... 27

1. 食欲 ..... 27

1.1 食欲の調節 ..... 27

1.2 食欲に関する感覚	28
<b>2. 消化と吸収</b>	<b>28</b>
2.1 消化器	28
2.2 消化作用	29
2.3 消化酵素	30
2.4 吸収機構	31
2.5 膜消化	32
2.6 消化吸収率	33
2.7 炭水化物・脂質・たんぱく質の吸収後の代謝	33

## 第5章

<b>炭水化物とその栄養</b>	<b>35</b>
<b>1. 炭水化物の化学</b>	<b>35</b>
1.1 定義と分類	35
1.2 単糖類	35
1.3 少糖類	37
1.4 多糖類	38
<b>2. 炭水化物の消化と吸収</b>	<b>40</b>
2.1 $\alpha$ -アミラーゼの作用	40
2.2 消化	40
2.3 吸収	41
<b>3. 炭水化物の代謝と栄養</b>	<b>41</b>
3.1 消化・吸収後の行方	41
3.2 血糖の維持	42
3.3 肝臓グリコーゲン	43
3.4 筋肉グリコーゲン	43
3.5 グルコースの代謝	44
3.6 エネルギーと ATP	45
3.7 炭水化物と脂肪の代謝上の関係	46
3.8 炭水化物の機能と栄養的特質	46
3.9 炭水化物の不足と過剰の影響	47
3.10 炭水化物の摂取状況	47

## 第6章

<b>脂質とその栄養</b>	<b>49</b>
<b>1. 脂質の化学</b>	<b>49</b>
1.1 定義と分類	49
1.2 脂肪（トリグリセリド）	49
1.3 脂肪酸	50
1.4 複合脂質とステロイド	52
<b>2. 脂質の消化と吸収</b>	<b>52</b>
2.1 消化	52

2.2 吸 収	53
3. 脂質の代謝と栄養	54
3.1 体内での脂肪の動き	54
3.2 脂肪酸のβ-酸化	56
3.3 ケトン体	57
3.4 脂質の機能と体内の脂質	58
3.5 必須脂肪酸	58
3.6 脂肪の栄養的特質	59
3.7 コレステロールの機能と食事	60
3.8 食事摂取基準と栄養摂取状況	61

## 第7章

たんぱく質とその栄養	63
1. たんぱく質とアミノ酸	63
2. たんぱく質の消化と吸収	65
2.1 消 化	65
2.2 吸 収	66
3. たんぱく質の機能と代謝	67
3.1 たんぱく質の機能	67
3.2 体たんぱく質の動的状態	67
3.3 たんぱく質の消化・吸収後の行方	68
3.4 窒素出納	68
4. たんぱく質の栄養	69
4.1 アミノ酸配列の重要性	69
4.2 必須アミノ酸と可欠アミノ酸	69
4.3 たんぱく質の栄養効果とアミノ酸	70
4.4 成人の必須アミノ酸推定平均必要量	72
4.5 食品たんぱく質の栄養価評価のための 基準アミノ酸パターン	73
4.6 たんぱく質, アミノ酸の補足効果	74
4.7 たんぱく質の栄養効果に対する エネルギー供給の影響	75
4.8 たんぱく質の栄養価判定法	76
4.9 たんぱく質の不足と過剰	78
4.10 たんぱく質の摂取状況	79

## 第8章

無機質, 水とその栄養	81
1. 無機質の定義と種類	81
2. 無機質の機能	81
3. カルシウム	82
3.1 所 在	82

3.2	機能と代謝	82
3.3	欠乏症	83
4.	リン	84
5.	マグネシウム	84
6.	ナトリウムおよび塩素	85
6.1	ナトリウム	85
6.2	塩素	86
7.	カリウム	86
8.	鉄	87
8.1	鉄の分類	87
8.2	代謝	88
8.3	欠乏症とその予防	90
9.	その他の無機質	90
9.1	硫黄	90
9.2	銅	90
9.3	ヨウ素	90
9.4	亜鉛	91
9.5	セレン	91
9.6	モリブデン	91
9.7	マンガン	91
9.8	クロム	91
9.9	フッ素	91
9.10	コバルト	91
10.	水	92
10.1	水の機能	92
10.2	水の出納	92
10.3	運動と水分平衡	93

## 第9章

	ビタミンとその栄養	95
1.	ビタミンの定義と種類	95
1.1	定義	95
1.2	種類と命名法	95
2.	脂溶性ビタミン	96
2.1	ビタミンA (レチノール)	96
2.2	ビタミンD (カルシフェロール)	98
2.3	ビタミンE (トコフェロール)	99
2.4	ビタミンK	100
3.	水溶性ビタミン	100
3.1	ビタミンB群	100

3.2	ビタミン B <sub>1</sub> (チアミン)	101
3.3	ビタミン B <sub>2</sub> (リボフラビン)	102
3.4	ナイアシン (ニコチン酸, ニコチンアミド)	104
3.5	パントテン酸	105
3.6	ビタミン B <sub>6</sub> (ピリドキシン)	105
3.7	葉酸	106
3.8	ビタミン B <sub>12</sub>	106
3.9	ビオチン	107
3.10	ビタミン C (アスコルビン酸)	107
3.11	その他の水溶性ビタミン	110

## 第10章

### エネルギー代謝 ..... 111

1.	エネルギー	111
1.1	エネルギーの変換	111
1.2	エネルギーの単位	112
2.	エネルギーの消費	112
2.1	エネルギー代謝とは	112
2.2	エネルギー代謝の測定	112
2.3	基礎代謝	115
2.4	身体活動レベル	119
2.5	1日の推定エネルギー必要量	121
3.	エネルギーの補給	122
3.1	エネルギーの適正摂取量	122
3.2	食物のエネルギー量	122

## 第11章

### 栄養評価・食事摂取基準 ..... 125

1.	栄養評価	125
1.1	栄養アセスメント (栄養評価判定)	125
1.2	各種の栄養評価法	125
2.	食事摂取基準	128
2.1	指標の種類	128
2.2	策定栄養素と年齢区分別体位	130
2.3	食事摂取基準の外挿法	130
2.4	エネルギー	133
2.5	たんぱく質	136
2.6	脂質	142
2.7	炭水化物, 食物繊維, アルコール	147
2.8	エネルギー産生栄養素バランス	148
2.9	脂溶性ビタミン	149
2.10	水溶性ビタミン	154



2.11	多量ミネラル	164
2.12	微量ミネラル	171
2.13	食事摂取基準の活用	181
3.	栄養補給	184
3.1	健常者の栄養補給	184
3.2	強制栄養法	184
<b>第12章</b>		
	<b>栄養と健康</b>	<b>187</b>
1.	低栄養における健康状態	187
1.1	低栄養による体重減少	187
1.2	断食の限界	188
2.	生活条件と栄養	188
2.1	生体の順応	188
2.2	ストレスと栄養	189
2.3	免疫・感染と栄養	190
2.4	生体リズムと栄養	191
3.	遺伝子と栄養	192
3.1	分子生物学の発展	192
3.2	分子栄養学とは	192
4.	健康な食生活	193
4.1	わが国の食生活の問題	193
4.2	生活習慣病と内臓脂肪症候群	193
4.3	食事摂取基準に対応した食品構成	194
4.4	食生活指針と食事バランスガイド	194
	<b>参考文献</b>	<b>197</b>
	<b>索引</b>	<b>199</b>

# 栄養の意義

## 1. 栄養とは

生物が無生物と異なるところは、生命現象を営み、かつ種族を維持していくことである。この場合の生物の生命現象の営みは栄養 (nutrition) により行われる。したがって、ここでいう栄養とは、生物が体外から適当な物質を取り込み、これを同化して生命現象を営むことである。

生物はその種類により、物質の取り込み方法に違いがある。単細胞の生物、たとえばバクテリアなどは細胞膜によって直接物質を取り込む。この場合、細胞膜は通過物質を選択する。したがって、単細胞の細胞膜は高等動物やヒトの消化器に相当することになる。ヒトや高等動物の物質取り込み法は、まず、食欲がはたらき、次に物質を消化器内に入れ、体内で利用しうる状態に消化してから吸収、取り込みを行う。

**ヒトにおける栄養**とは、食物を摂取して、その成分を代謝\*して、体成分やエネルギーとして利用し、生活活動、成長、生殖を続けることである。なお、食物摂取には生産、流通、加工・調理や食習慣などが関係し、これらが間接的に栄養にかかわりをもつ。

\*代謝 (metabolism) 物質代謝または新陳代謝しんちんともいい、生体内における物質の化学反応をいう。代謝の生体内化学反応には、合成 (anabolism, 同化) と分解 (catabolism, 異化) がある。

## 2. 栄養素

生物が生命現象を営むために取り込む物質は、生体内で代謝できるものでなければならない。これが**栄養素** (nutrient) である。ヒトの場合には、食物に含まれ、生命現象を営む材料が栄養素である。栄養素の取り込みについて単細胞生物と、ヒトおよび高等動物との比較を表1-1に示す。

表1-1 栄養素取り込みの相違と栄養

単細胞生物 (バクテリアなど)	物質 → 細胞膜の選択的通過 → 生体内代謝 (栄養素)
ヒトおよび 高等動物	食物 → 消化器による消化吸収 → 生体内代謝 (栄養素)

栄養素には次の5つがあり、これを五大栄養素という。

- 炭水化物 (糖質) ; carbohydrate
- 脂 質 ; lipid
- たんぱく質 ; protein
- 無機質 (無機塩類, 無機物ともいう) ; mineral
- ビタミン ; vitamin

五大栄養素は体内での作用により、エネルギー源となる熱量素、体構成材になる構成素、代謝調節物質の調節素に分けられる (図1-1)。それぞれのはたらきをする栄養素、および具体的作用は、次に示すとおりである。

- ① **熱量素** (エネルギー源)
  - a. 炭水化物 摂取炭水化物は体内でグリコーゲン、血糖になり、代謝分解されてエネルギーとなる。
  - b. 脂 質 摂取脂質は体内で貯蔵され、分解されてエネルギーとなる。
  - c. たんぱく質 古い体たんぱく質の分解に由来するアミノ酸と、吸収アミノ酸の一部が分解され、エネルギーとなる。
- ② **構成素** (体構成材)
  - a. たんぱく質 筋肉など組織成分の合成、酵素などの合成の材料になる。
  - b. 無機質 骨などの構成成分の材料となる。
  - c. 脂 質 細胞膜成分のリン脂質をつくる。
- ③ **調節素** (代謝調節物質)
  - a. 無機質 体内でイオンとなり、代謝調節を行う。
  - b. ビタミン 体内では補酵素などとして代謝調節に携わる。

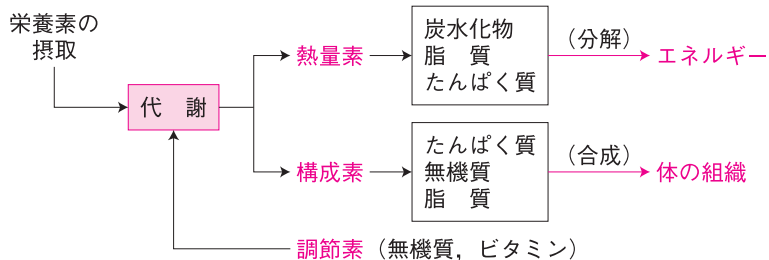


図1-1 栄養素の代謝と体内における役割

### 3. 栄 養 学

栄養に関することを研究する学問を**栄養学** (nutritional science) という。すなわち、栄養学とは、ヒトまたは生物が栄養素を摂取して、代謝を営む状態を学問的に研究することである。そして、ヒトの場合は疾病を予防し、健康の維持増進を図ることを目的にする。

最初に栄養学を学問として成立させるためには、科学として体系づける必要があった。そこで自然科学に属する生物学、化学、医学、生理学、生化学、農学、薬学などが基礎となり、応用科学の一つとして構成された。特に、生命現象を化学的に解明する生化学に助けを得ることが多かった。そのために、栄養学と生化学は、生体内代謝にかかわる事項について重複した。しかし、栄養学が**生化学と異なる点**は、次の2つである。

- ① 栄養学は食物栄養素とその摂取に比重をおき、代謝を研究する。
- ② 栄養学は栄養素の代謝を原理として、最終的には健康増進の実践、すなわち栄養改善を行う。

栄養改善の実践面を学理化するには、社会科学や人文科学の助けが必要である。特に、食物栄養素の供給を受ける場合には、政治、経済、食習慣などの、食生活環境を考察する必要がある。さらに、国や地域などの社会集団を対象とする場合もある。

そこに栄養学が学問として体系化される困難性が存在した。しかし、先進的諸国の研究者の努力により、20世紀に栄養学は完成した。

栄養学は、今後さらに分科して発展するであろう。たとえば、

**栄養学総論** 栄養学の基礎理論を総括する。

**栄養学各論** 乳幼児栄養、母性栄養、高齢者栄養、臨床栄養、労働・スポーツ栄養など。

また、栄養学の知識に基づいた専門職、管理栄養士、栄養士などを教育するため、教育科目として、

**基礎栄養学** 栄養素を体内に取り込み、その代謝により健康の維持・増進、疾病の予防・治療の栄養的役割の習得。

**応用栄養学** 妊娠・加齢・老化など各身体状態に応じた応用的な栄養学理に関する知識の習得。

さらに、実践面を教育する科目として、公衆栄養学、栄養指導論、栄養教育論、給食経営管理論などが設けられている。