

家畜生化学

(改訂版)

星 冬 四 郎 校閱

藤 野 安 彦 著

家畜生化学

(改訂版)

東京大学名誉教授
星 冬 四 郎 校閲

帯広畜産大学教授
藤 野 安 彦 著

産業図書

<著者略歴>

ふじの やすひこ

藤野安彦

昭和19年北海道大学農学部
農芸化学科卒業。生物化学、食品化学、栄養化
学を専攻。現在帯広畜産大学教授。農博・医博

家畜生化学 (改訂版)

昭和43年3月25日 初 版

昭和55年6月16日 改訂版第1刷

検 印

省 略

著 者 藤 野 安彦

発行者 森、田 勝久

発行者 産業図書株式会社

(郵便番号) 東京都千代田区外神田1-4-21
101-91 電話・東京 (253)7821(代表)
振替口座・東京 2-27724 番

印 刷 新 日 本 印 刷

製 本 清 水 製 本 所

©Yasuhiko Fujino 1968

定価 2,800 円

序

20世紀は人類の歴史の中で驚異的發展の世紀であるといわれる。それは人類があらゆる方向に發展したという意味だけではなく、とりわけ自然科学がすばらしく發展飛躍した時代ということである。とはいっても、自然科学の各分野が平均して伸びたわけではない。ある分野の進歩はそれほどでなく、ある分野は急速に發展した。生化学はこの發展のいちじるしい分野に属している。ことに最近2, 30年来の生化学の進歩は驚くべきものがある。近代生化学はまずビタミンの研究にはじまり、ホルモンの領域にはいり、次第に酵素作用、物質代謝、エネルギー代謝へと進んだが、最近さらに蛋白質、核酸の構造と機能の研究をもとにして遺伝子とその情報伝達の機構にまで手をのばすなど、生命現象の根元を解明しようとするに至っている。

生化学の急速な進歩が幾多の熱心な研究者によって行なわれたことはもちろんであるが、その大勢を占めるムードは突進また突進であった。すなわち、突進が主であって整理することは従であった。したがって生化学研究の重点の移動もめまぐるしいものがあった。新鉱脈に到達するためのドリリングがおもな精力の消費の場であり、掘りおこした貴重な鉱石の処理にまではなかなか手がまわらなかった感がある。この先、掘り進むためにも、掘り起こした鉱石を処理し整理することが必要な時期に達したと思う。とくに質量的な生化学研究の成果を生体のもつ機能と合わせて再検討することは、20世紀後半におけるもっとも重要な仕事であろう。

藤野教授は、北海道という畜産の本場での教育体験と、欧米留学での生化学研鑽の抱負にもとづいて、今回「家畜生化学」というユニークな題名のもとに、獣医畜産の立場から、生化学の現代までの歩みをとらえ

て整理し、家畜という人類に有用な動物を生化学的に説明しようと試みられた。これはまことに時宜にかなった有意義な試みであり、本来の生化学研究の面からも問題提起の意味できわめて興味深いものがある。この入門書が農学、畜産学、獣医学さらには医学を学ぶ学徒の学習に必ず貢献することを信じて疑わない。

昭和42年 仲 秋

日本獣医畜産大学長

農学博士

梅 津 元 昌

自　　序

生物をとり扱う学問研究の領域に、生化学の知識はめざましい勢いで浸透しつつある。畜産学、獣医学の領域でもそれは例外ではない。欧米諸国ではすでに、畜産を対象とする教育と研究の体系のなかに生化学が大半はばにとり入れられているが、この傾向は年とともに世界的に広まりつつあるように見える。わが国でも従来から、獣医・畜産関係の大学の学部・学科で生化学が講じられて来たが、全体としてまだ大きな地歩を占めるには至っておらず、欧米の実状にはなおほど遠い感がある。獣医・畜産学に密接した生化学の導入と確立がのぞまれるゆえんである。

生化学の原則と理論はあらゆる生物に普遍的なもので、家畜にだけ特殊な生化学があるわけのものではない。しかし一方、家畜においてこそ、とくに重視すべき生化学的知見というものが少なからずあることも、疑いないところである。そのような生化学は、「家畜生化学」と称していいであろう。本書は、一般生化学の知識を基盤としつつ、家畜への応用的側面をできるだけ強調するように心がけて書かれたものである。実際の記述に当っては、生化学の深奥にまで立ち入るというよりは、むしろ生化学の大すじを、末葉にとらわれることなく平明にのべることを旨とし、その間に生化学と家畜との交流が自ら浮彫にされるように意を用いた。

したがって、本書の内容は、農科系大学の学生諸君が、一般教育を終えて専門課程へ進む基礎学として生物化学ないし生化学を学ぶのに、手ごろな学習書・参考書の役を果たすものと思う。同時にまた、畜産・獣医関係の研究や実務にたずさわる方々にとっても、日常とかく疎遠になりがちな生化学の知識を理解し整理するのに適当な座右の書となりうることを願っている。ことに学生諸君にとっては、随所に配置した問題

は、生化学を重点的に学ぶのにひとつの目安ともなりうるであろう。

このような心づもりで書き上げた本書ではあるが、学務多忙の余暇に、浅学を省みずに書き進めたものなので、著者の意図が充分にあらわれず、また、記述が当をえていないところもあるいはあるかもしれない。お気づきの点をご教示いただけるならば、著者にとってこの上なくありがたいことである。

本書を著わすに当って、生化学にかんする内外の編著書（巻末に掲載）を参照し引用させていただいた。これらの編著者の方々に深甚の謝意を表する。また、序文を賜った日本獣医畜産大学 梅津元昌学長、ご校閲下さった東京大学農学部 星冬四郎教授、ご助言とご協力をいただいた北海道大学獣医学部（故）羽賀正教授・帯広畜産大学 大原久友教授・同 根岸孝助教授・同 井上和幸助教授、そのほか本書刊行の趣旨に賛同されて有形無形にお力添え下さった多くの先輩同僚の方々に、衷心からあつくお礼を申し上げたいと思う。

なお、本書の刊行はそもそも産業図書株式会社によって企画され推進されたものである。同社のすぐれた着眼と洞察に敬意を表するとともに、発刊までのなみなみならぬご尽力とご奔走に対して深く感謝する次第である。

昭和 43 年正月、新春をことほぎつつ

帯広にて

藤 野 安 彦

改訂版序

本書が刊行されてから 12 年になる。10 年ひと昔というが、生物化学という学問領域ではひとときわその感がふかい。部門によっては、ほとんど面目を一新したところさえある。

数年前からそのことが気になっていたのだが、このたび、ようやく、学務の隙をぬって必要最小限の加筆と修正を行なった。しかし、今回は、原版を大きくはくずさないようにしたいという出版社の意向を汲んで、詳しい解説は割愛せざるをえなかったところも少なくない。これらについては、いずれ他日を期したいと思う。

こんどの修正に際して、第 1～9 章を伊藤精亮博士、第 10, 11 章を井上和幸博士、第 12 章を藤田裕博士にそれぞれ目を通していただいた。また、産業図書(株)の江面竹彦編集長はじめ担当の人たちは繁雑な修正を短時日の間に、遅滞なく仕上げて下さった。これらの方々にあつく感謝したい。

なお、これまでに沢山の人のびとが本書をお読み下さり、何人かの読者は有益な助言とご意見をお寄せ下さった。この機会に心からお礼を申しあげる次第である。

昭和 55 年 5 月 10 日

藤 野 安 彦

目 次

はじめに	1
第1章 動物体の生化学的基礎	5
1. 生体の構造	5
A 細胞	5
B 組織	5
C 器 管	6
2. 生体の組成	7
A 生 元 素	7
B 生体の構成分	8
3. 生体の状態	9
A 溶 液	9
(1) 溶液の種類 (2) 溶液の性質	
B 浸 透	10
(1) 拡散 (2) 浸透	
C 電 離	12
(1) 物質の電離 (2) 電離の平衡 (3) 水の電離 (4) 溶液のpH (5) 緩衝作用	
D コロイド	17
(1) 粒子性 (2) 帯電性 (3) 水和性 (4) 吸着性 (5) 透過性	
問 題	20
第2章 炭水化物	21
1. 単糖の構造	21
A グルコースの基本構造	21
(1) 直鎖構造 (2) 立体構造	
B グルコースの環状構造	24
(1) セミアセタール構造 (2) ピラノース構造 (3) フラノース構造	
2. 単糖の種類	27
A ペントース	28

(1) アラビノース (2) キシロース (3) リボース (4) デオキシリボース	
B ヘキソース	29
(1) グルコース (2) マンノース (3) ガラクトース (4) フラクトース	
C 単糖の誘導体	31
(1) デオキシ糖 (2) ウロン酸 (3) アミノ糖 (4) 糖アルコール (5) 配糖体	
3. 単糖の性状	34
A 物理的性質	34
B 化学的性質	34
(1) 呈色反応 (2) 還元性 (3) オサゾンの形成 (4) 発酵性	
4. 少 糖	36
A 二糖	36
(1) マルトース (2) ラクトース (3) シュクロース (4) セロビオース	
(5) イソマルトース (6) その他の二糖類	
B 三糖・四糖	39
5. 多 糖	40
A 植物多糖	40
(1) デンプン (2) イヌリン (3) セルロース (4) ヘミセルロース	
(5) ペクチン (6) 地衣多糖 (7) 海草多糖	
B 動物多糖	43
(1) グリコゲン (2) ムコ多糖 (3) 血液型多糖 (4) キチン	
C 微生物多糖	44
(1) 菌体多糖 (2) 莢膜多糖 (3) 粘性多糖	
問 題	45
第3章 脂 質	47
1. 脂 肪 酸	47
A 飽和脂肪酸	47
B 不飽和脂肪酸	48
2. 脂 肪	50
A 脂肪の構造	50
(1) グリセリド (2) 混合グリセリド	
B 脂肪の性質	51
(1) 溶解性 (2) 融点 (3) 加水分解 (4) 添加 (5) 酸化重合 (6) 酸化分解	

C 脂肪の分類	53
(1) 動物脂肪 (2) 植物脂肪	
3. ロウ	55
A 動物ロウ	55
B 植物ロウ	55
4. 複合脂質	55
A グリセリン脂質	56
(1) レシチン (2) ケファリン (3) リゾレシチン・リゾケファリン	
(4) プラズマローゲン	
B グリセロ糖脂質	58
C スフィンゴリン脂質	58
(1) スフィンゴミエリン (2) スフィンゴエタノールアミン	
D スフィンゴ糖脂質	59
(1) セレブロシド (2) スフィンゴ少糖脂質	
5. ステロイド	60
A ステロール	60
(1) コレステロール (2) シトステロール (3) エルゴステロール	
B 胆汁酸	62
(1) コール酸 (2) デオキシコール酸	
C 心臓毒	63
(1) ジギトキシン (2) プホトキシン	
D ステロイドホルモン	64
(1) 男性ホルモン (2) 女性ホルモン (3) 副腎皮質ホルモン	
6. テルペン類	66
A 精油	66
(1) モノテルペン (2) セスキテルペン	
B ジテルペン・トリテルペン	67
(1) ジテルペン (2) トリテルペン	
C カロチノイド	68
(1) リコピン (2) カロチン (3) キサントフィル	
D ポリテルペン	69
附 題	69
第4章 蛋白質	70
1. アミノ酸	70

A アミノ酸の構造	70
(1) 基本構造 (2) 両性イオン	
B アミノ酸の種類	71
(1) グリシン (2) アラニン (3) セリン (4) スレオニン (5) バリン	
(6) ロイシン (7) イソロイシン (8) アスパラギン酸 (9) グルタミン酸	
(10) アルギニン (11) ヒスチジン (12) リシン (13) ノスチン	
(14) インスチン (15) メチオニン (16) フェニルアラニン (17) チロニン	
(18) トリプトファン (19) プロリン (20) オキシプロリン	
C アミノ酸の性状	77
(1) 両性電解性 (2) アミノ基の反応性 (3) 呈色反応	
2. ペプチド	80
A ペプチドの構造	80
(1) ペプチドの構成 (2) 記載と命名 (3) アミノ酸配列	
B ペプチドの性質	81
C ペプチドの種類	82
(1) ジペプチド (2) トリペプチド (3) オリゴペプチド (4) ポリペプチド	
3. 蛋白質	84
A 蛋白質の構造	84
(1) 1次構造 (2) 2次構造 (3) 3次構造 (4) 分子形態	
B 蛋白質の性質	87
(1) 分子量 (2) 両性電解性 (3) 呈色反応 (4) 沈殿反応 (5) 紫外部吸収	
C 蛋白質の種類	90
(1) 単純蛋白質 (2) 複合蛋白質 (3) 誘導蛋白質	
問 題	94
第5章 核 酸	95
1. 核酸の基本成分	95
A 有機塩基	95
(1) ピリミジン塩基 (2) プリン塩基	
B ペントースとリン酸	97
2. ヌクレオシド・ヌクレオチド	97
A ヌクレオシド	97
(1) 構造 (2) 種類	

B	ヌクレオチド	98
(1)	構造 (2) 種類	
3.	核 酸	100
A	核酸の構造	100
(1)	DNA の構造 (2) RNA の構造	
B	核酸の性質	102
(1)	溶解性 (2) 呈色反応 (3) 紫外部吸収	
C	核酸の生理的機能	103
(1)	DNA と遺伝子 (2) RNA と蛋白質合成 (3) DNA と RNA の関連	
(4)	核酸とウイルス	
問	題	105
第 6 章	生体触媒	106
1.	酵 素	106
A	酵素の分類	106
(1)	酸化還元酵素 (2) 転移酵素 (3) 加水分解酵素 (4) 除去酵素	
(5)	異性化酵素 (6) 合成酵素	
B	酵素の性質	108
(1)	酵素の本体 (2) 触媒性 (3) 基質特異性 (4) 酵素蛋白の構成	
C	酵素作用	110
(1)	温度の影響 (2) pH の影響 (3) 基質濃度の影響 (4) 阻害 (5) 活性化	
2.	ビ タ ミ ン	113
A	脂溶性ビタミン	114
(1)	ビタミン A (2) ビタミン D (3) ビタミン E (4) ビタミン F	
(5)	ビタミン K	
B	水溶性ビタミン	118
(1)	ビタミン B ₁ (2) ビタミン B ₂ (3) ビタミン B ₆ (4) ナイアシン	
(5)	パントテン酸 (6) 葉酸 (7) ビタミン B ₁₂ (8) その他のビタミン B	
複合体	(9) ビタミン C (10) ビタミン L (11) ビタミン P	
3.	ホ ル モ ン	129
A	脳下垂体ホルモン	130
(1)	脳下垂体前葉ホルモン (2) 脳下垂体中葉ホルモン (3) 脳下垂体後葉ホルモ	
	ン	
B	甲状腺ホルモン	132

C 副甲状腺ホルモン	132
D 脾臓ホルモン	132
(1) インシュリン (2) グルカゴン	
E 副腎ホルモン	133
(1) 副腎髄質ホルモン (2) 副腎皮質ホルモン	
F 生殖腺	134
(1) 男性ホルモン (2) 女性ホルモン	
問 題	136
 第7章 無機質	137
1. 水	137
A 水の存在状態	137
(1) 水の分子 (2) 自由水と結合水 (3) 水の分布	
B 水の生理作用	138
(1) 溶媒能 (2) 電媒常数 (3) 表面張力 (4) 比熱 (5) 熱伝導率	
(6) 気化熱 (7) 融解熱	
2. 無機塩類	139
A 無機塩類の存在状態	139
(1) 難溶性無機塩 (2) 可溶性無機塩 (3) 有機塩	
B 無機塩類の一般的生理作用	141
(1) 浸透圧の維持 (2) pHの調節 (3) 生理作用と化学的性質	
C 無機塩類の個々の生理作用	142
(1) カルシウム (2) カリウム (3) ナトリウム (4) マグネシウム	
(5) 鉄 (6) マンガン (7) 銅 (8) コバルト (9) モリブデン (10) リン	
(11) イオウ (12) 塩素 (13) ヨウ素 (14) フッ素	
問 題	144
 第8章 消化と吸収	145
1. 消 化	145
A 口腔での消化	145
(1) 唾液 (2) デンプンの消化	
B 胃での消化	146
(1) 胃液 (2) 炭水化物の消化 (3) 脂肪の消化 (4) 蛋白質の消化	
C 小腸での消化	147
(1) 脾液 (2) 腸液 (3) 胆汁 (4) 炭水化物の消化 (5) 脂肪の消化	

(6) 蛋白質の消化 (7) 核蛋白質の消化	
D 大腸での変化	153
(1) 炭水化物の分解 (2) アミノ酸の分解 (3) 胆汁色素の変化 (4) 糞	
2. 反芻家畜の消化	155
A 反芻家畜の複胃	156
(1) 複胃の構造 (2) 複胃の機能	
B ルーメンの微生物	157
(1) 原虫類 (2) 細菌類	
C ルーメンでの栄養素の変化	158
(1) 炭水化物の変化 (2) 脂肪の変化 (3) 蛋白質の変化	
3. 吸 収	159
(1) 炭水化物の吸収 (2) 脂質の吸収 (3) 蛋白質の吸収 (4) その他の吸 収	
問 題	161
第9章 代 謝	163
1. 炭水化物の代謝	163
A 解糖	163
(1) 解糖の経路 (2) 解糖の意義	
B TCA サイクル	166
(1) TCA サイクルの経路 (2) TCA サイクルの意義	
C 直接酸化分解	169
(1) ペントース回路 (2) ペントース回路の意義	
2. 脂質の代謝	172
A 脂肪の代謝	172
(1) グリセロールの分解と合成 (2) 脂肪酸の酸化分解 (3) ケトン体の 生成 (4) 脂肪酸の合成 (5) 脂肪の合成	
B 複合脂質の代謝	177
(1) レシチンの加水分解 (2) レシチンの合成	
C コレステロールの代謝	178
(1) コレステロールの合成 (2) コレステロールの転化	
3. 蛋白質の代謝	180
A アミノ酸の一般的代謝	180
(1) 脱アミノ反応 (2) アミノ転移反応 (3) 脱炭酸反応 (4) アンモニア の行方 (4) アミノ酸の炭素鎖の運命	

B 各アミノ酸の代謝	184
(1) グリシンの代謝 (2) アラニンの代謝 (3) セリンの代謝 (4) スレオニンの代謝 (5) バリン・ロイシン・イソロイシンの代謝 (6) アスパラギン酸・グルタミン酸の代謝 (7) アルギニン・オルニチンの代謝 (8) リシンの代謝 (9) システイン・シスチンの代謝 (10) メチオニンの代謝 (11) フェニルアラニン・チロシンの代謝 (12) ヒスチジンの代謝 (13) トリプトファンの代謝 (14) プロリン・オキシプロリンの代謝	
C 蛋白質の合成	193
(1) 活性アミノ酸の生成 (2) アミノアシル tRNA の生成 (3) mRNA の生成 (4) ポリペプチド・蛋白質の生成	
4. 核酸の代謝	197
A 核酸の生合成	197
(1) ピリミジンヌクレオチドの合成 (2) プリンヌクレオチドの合成 (3) RNA の合成 (4) DNA の合成	
B 核酸の分解	201
(1) ピリミジン塩基の分解 (2) プリン塩基の分解	
問 題	203
第10章 生体防御	204
1. 毒性物質	204
A 自然性毒物	204
(1) 植物性毒物 (2) 動物性毒物 (3) 細菌性毒物	
B 人為性毒物	205
(1) 農薬類 (2) 放射性物質 (3) その他	
2. 防御機構	207
A 解毒	207
(1) 酸化 (2) 還元 (3) 抱合	
B 免疫	211
(1) 抗原 (2) 抗体 (3) 抗原抗体反応	
C 化学療法	213
(1) 原虫薬剤 (2) 細菌薬剤	
D 抗生物質	215
(1) ペニシリン / (2) ストレプトマイシン (3) オーレオマイシン・テラマイシン (4) クロロマイセチン	
問 題	218

第11章 血液と尿	219
1. 血 液	219
A 血液の一般的性状	219
(1) 外見 (2) 反応 (3) 物理性 (4) 血液量 (5) 形態的構成	
B 血液の化学的組成	220
(1) 全血 (2) 血漿と血清 (3) 赤血球 (4) 白血球 (5) 血小板	
2. 血液の主要成分	221
A 血漿蛋白質	221
(1) 血清アルブミン (2) 血清グロブリン (3) フィブリノーゲン	
B 赤血球蛋白質	223
(1) ヘム (2) ヘモグロビン	
C 血液ガス	226
(1) 酸素の存在状態 (2) 酸素の役割 (3) 炭酸ガスの存在状態 (4) 炭酸の役割	
3. 尿	228
A 尿の一般的性状	228
(1) 外見 (2) 反応 (3) 物理性 (4) 尿量	
B 尿の正常成分	229
(1) 有機質 (2) 無機質 (3) 尿の組成	
C 尿の異常成分	231
(1) ブドウ糖 (2) アセトン体 (3) 蛋白質 (4) ヘモグロビン (5) ビリルビン	
問 題	232
第12章 家畜栄養	233
1. 家畜の栄養状態	233
A 物質の出納	233
(1) 窒素の出納 (2) 炭素の出納 (3) 無機質の出納	
B エネルギーの出納	234
(1) エネルギーの収入 (2) エネルギーの支出	
2. 家畜の飼料	237
A 飼料の栄養成分	237