比較免疫生物学の最近の展開

小野寺 節*

分子遺伝学の発達に伴い、免疫現象についてもヒト、マウスの場合とニワトリ、ウシや他の動物の場合とはかなり異なることが明らかになってきた。たとえば、ニワトリの胚の発育過程では、B細胞には1個のV遺伝子しかなく、ファブリキウス嚢という独特の組織で遺伝子変換を繰り返す。これに対し、ヒトやマウスではリンパ節や脾臓にリンパ細胞が定着し、約300個のV遺伝子やその他の遺伝子を、侵入した外敵に合わせて再編成することにより外敵に対応している。

リンパ細胞が持つ有限の種類の抗体産生遺伝子が無数の種類の細菌やウイルスなどに対応していることは、不思議な現象（免疫現象）として昔から研究されている。近年、分子遺伝学が発達し、この免疫現象はニワトリ、ウシとヒト、マウスなど動物種で異なることが明確になってきた。たとえば、ニワトリの胚では、孵化以前に、分化途中のリンパ細胞はファブリキウス嚢の中に入り、ここで遺伝子の突然変異（遺伝子変換）が誘発され、無数の遺伝子の組合せを持つリンパ細胞に分化成熟する。一方、ヒトやマウスでは、リンパ節や脾臓にリンパ細胞が定着し、限られた種類の抗体産生遺伝子を、侵入した外敵に合わせてその都度組み換えること（遺伝子再編成）により外敵に対応している。このように、動物の種類によって異なる免疫担当細胞の発生過程における分化機構を遺伝子・細胞レベルで比較解析することは、種の特異性を明らかにし、免疫の系統発生機構を解明する上で重要である。

具体的な研究の内容としては、次のような点が考えられる。

- ・動物免疫系の初期発生における遺伝子の構造変化：ニワトリのファブリキウス嚢における分化途中のリンパ細胞の遺伝子構造の変化を明らかにする。さらに他の動物の胎子一次リンパ系器官（胸腺など）、二次リンパ系器官（脾臓など）における分化途中のリンパ細胞の遺伝子構造の変化を明

らかにする。

- ・分化ネットワークにおける蛋白質の種間特異性：モノクローナル抗体を用いた最近の研究により、動物のリンパ細胞の表面やマクロファージの表面には、分化、成熟の過程において様々な抗原が出現あるいは消滅することが明らかになっている。これら抗原の中には、種間を越えてモノクローナル抗体で検出されるものかなりみられる。

- ・初期発生支配因子の種特異性：分化途中のリンパ細胞およびマクロファージが産生する生理活性物質を明らかにする。

- ・細胞工学や発生工学を用いた分化遺伝子の異種動物での発現：以上の点についての研究で得られた遺伝子の種特異性の解明が必要である（たとえば家畜の生理活性物質遺伝子を用いてマウスで発現させるなど）。

本稿では、はじめに動物免疫系の系統発生、哺乳動物免疫系の個体発生について述べる。さらにホヤ、ニワトリにおける免疫応答について述べ、最後にニワトリリンパ細胞のシグナル伝達蛋白質について述べる。

免疫の系統発生

高等動物の生体防御機構は、様々な構成要素の複雑な総合化によって成立している。それらの要素は必ずしも系統発生の最初から生体防御に関与する機能を有するわけではなく、系統発生の起源も一様でない⁽¹⁾（図1）。

原生動物では食作用がみられるが、これは外来

Recent Progress in Comparative Immunology

* Takashi ONODERA, 東京大学農学部応用免疫学教室

図 1 ■ 動物界の系統発生図

R.D. Barnes : "Invertebrate Zoology", W.B. Saunders & Co. Ltd., Philadelphia, 1963 より一部改変引用。

異物の排除といった生体防御作用以外に栄養摂取や老廃物の処理などの役割も果たしている。免疫の根本的原則である“自己”と“非自己”の認識も原生動物でみられる。その認識には細胞表面の受容体（レセプター）が関与していると考えられる。後生動物の中で最下等の動物である海綿動物では、同種の細胞が特異的に集合することが知られ、細胞の特異性の一つの原型と考えられている。その際には細胞表面のレセプターが作用すると同時に異種細胞の付着を妨げる物質が分泌される。しかし、非自己の細胞が障害を受けるわけではない。

腔腸動物（サンゴなど）ではじめて原始的細胞性免疫応答がみられる。つまり、自己と非自己を認識する体細胞が増殖し、ついには非自己細胞が死んでしまう。しかし、この反応には免疫記憶がないため、“疑似免疫”と呼ばれる。これらの識別能力は感染に対する防御というよりも、むしろ“自己”組織の規準から少しでもはずれた性質をもつ細胞（たとえば腫瘍細胞）を検出する必要から発生したと考えられている。無脊椎動物の腫瘍でよく知られているのは昆虫と軟体動物の腫瘍である。腫瘍に感受性を示す動物において特異的の

疫システムが出現したのであると考えられる。

軟体動物の生体防御作用は、食細胞および血リンパ中の液性因子によって行なわれる。また、タコ類ではリンパ様組織の形成がみられ、白体（white bodies）および鰓脾（branchial spleen）と呼ばれる造血中心や発達した脈管系をもっている。これらの組織は食細胞の局在部位である。

節足動物の生体防御作用は食細胞、液性因子、リンパ様組織において行なわれる。節足動物の液性因子は軟体動物と同様よく研究されている。昆虫、たとえばハチミツガ（wax moth）

の幼虫に細菌を注射すると、24 時間後にピークに達するような急速な殺菌応答が起こる。これらの殺菌活性をもつ物質の化学的性質については不明な点が多い。最近、Nanbu らの研究により、センチニクバエ（*Sarcophaga pregrina*）に様々な液性因子が存在することが明らかにされている。これらの因子（サルコトキシン IA, IIA）には殺菌作用があり、39 個のアミノ酸より成るが、IA は幼生期、IIA は成虫にのみ、みられるという⁽¹⁾。これらの知見は stage specific な生理活性物質の出現を示唆し興味深い。ある種の昆虫やウミザリガニ、イセエビ類では沈降素も検出されているが、脊椎動物の沈降素とは類似性が少なく、共通性はないものと思われる。また、昆虫にもリンパ様組織がみられる。トノサマバッタ（*Locusta*）ではリンパ様組織が血体腔（haemocoel）の背側に隣接した部位に位置している。この組織に X 線を照射すると、血液細胞数が著しく減少し、またこの組織において循環体液により運ばれてきた細胞破片などが破壊される。

棘皮動物では、特異性をもった同種移植免疫応答がみられ、少なくとも短期間は免疫記憶を保持していると考えられる。同種移植片が拒絶される

表 1 ■ 各種動物の液性抗体の分布状況

	動物綱					
	無顎類	魚類		両生類		哺乳類
		軟骨魚類	硬骨魚類	有尾類	無尾類	
IgM	●	●	●	●	●	●
IgN					●	●
IgY					●	●
IgA						●
IgG						●
IgD						●
IgE						●

IgN は原始的の低分子抗体で分子量 12 万、ハイギョに存在し、アヒル血清では主要免疫グロブリンである。IgY は哺乳類の γ 鎖よりも 1 ドメイン多く、 μ 鎖と中間型の性状を示す。爬虫類、鳥類にもあるので IgRAA と呼ばれる。

場合には脊椎動物のマクロファージ、好酸球、小リンパ球に似た多くのタイプの体腔細胞が移植組織に浸潤する。ウニの体腔細胞は、脊椎動物のリンパ球のように異種蛋白質とのみ結合するレセプターをもつことが示唆されている。たとえば *in vitro* で体腔細胞にウシ血清アルブミン (BSA) を与えておくと、その後の BSA の捕食が妨げられるが、近縁のヒト血清アルブミン (HSA) の捕食は阻害されない。ウニ体腔細胞は抗原に特異的に結合するが、抗原蛋白質に対する特異的免疫応答は発生しない。棘皮動物の液性因子に関する研究は進展していない。赤血球自然凝集素は認められるが、免疫グロブリンに相当するものは認められない。

原索動物の免疫については我国で様々な研究がなされている⁽⁸⁾。脊椎動物のリンパ細胞と形態的によく似た細胞がホヤ類に存在することが知られている。ユウレイホヤ (*Ciona*) の“リンパ細胞様細胞”は脊椎動物の T リンパ細胞と同様に植物凝集素の存在下で培養すると分裂・増殖し、同種他個体のリンパ細胞様細胞と培養すると混合リンパ球反応 (MLC)、つまり増殖性の応答を示す。ホヤには様々な液性因子が存在する(詳しくは本誌, Vol. 30, No. 3, p. 191, 小林, 石橋の総説を参照)。ユウレイホヤの正常体液の主要な防御効果はホヤ類がよく感染する細菌に対して作用するようである。しかし、どのようにして細菌の種類が識別されるのかはよく解明されていない。ホヤ類には食細胞が存在するが、この動物に特徴的な生体防御

作用は被包化である。ホヤ体内に多量の異物(ヒツジ赤血球など)を注入すると、少量ならば食作用により消化されるところが、多量なため被包化され、体外へ放出される。この独特な現象に参画する免疫学的因子は未だ十分に解明されていない。

体液性免疫において、液性抗体を産生するのは脊椎動物だけである。ヤツメウナギの抗体分子は何本かの H 鎖 (μ タイプ)

が非共有結合で連結されたものである。それより高等な脊椎動物において IgM 抗体分子がみられる(表 1)。また抗原と結合した抗体がさらに補体と結合する能力も IgM を有する脊椎動物ではじめてみられる。

すべての有顎脊椎動物は一次リンパ系器官(胸腺)および二次リンパ系器官(脾臓など)をもっている。一次リンパ系器官は様々なホルモンを上皮部分から分泌している。これらのホルモン自体が免疫関連細胞の成熟・分化に関与している。変温脊椎動物におけるリンパ系組織の多くは、腎臓や肝臓のように洞様血管の発達した臓器にみられ、両生類には原始的なリンパ節もみられる。免疫グロブリン、細胞のタイプ、T 細胞および B 細胞の機能、体内の小環境など、すべてのレベルに

図 2 ■ 生体防御機構の系統発生

表 2 ■ 各種動物における免疫関連細胞の存在する器官

動物綱	魚類		両生類		爬虫類	鳥類	哺乳類
	無顎類	軟骨魚類	硬骨魚類	有尾類	無尾類		
胸腺		●	●	●	●	●	●
脾臓		●	●	●	●	●	●
骨髄					●	●	●
ファブリキウス嚢						●	
リンパ節						●	●
マクロファージ	●	●	●	●	●	●	●
リンパ細胞	●	●	●	●	●	●	●
形質細胞		●	●	●	●	●	●

系統発生的に高等になるにつれて、免疫組織が発達し、体液性、細胞性免疫系とともに機能が高度化する。

おける特殊化は哺乳類の免疫システムで最も著しく発達し、鳥類でもかなり発達している。ファブリキウス嚢は鳥類に特有の器官である。B細胞系とT細胞系の存在やそれらの分化のための特殊な部域などは脊椎動物の他グループにもみられるが、B細胞が一次リンパ系器官として形態的に独立しているのは鳥類だけである。おそらく、そのもとなる能力は以前にも腸管上皮にあり、それが強調されて独立した器官が形成されたのであろう(図2, 表2)。

哺乳動物の免疫系の個体発生

Silverstein らは、妊娠したヒツジを用いて胎子

の免疫系の発達を研究した(図3)⁽⁴⁾。彼らは様々な抗原を胎子に免疫し、抗原の認識のされ方に一つの秩序のあることを明らかにした。バクテリオファージφX 174 は妊娠 37 日にはじめて抗原として認識され、41 日に抗体産生がみられた。この時期は胎子にリンパ組織の形成はみられないので非常に驚くべきことである。妊娠 66 日に胎子はフェリチン蛋白質に対し応答

し、妊娠 125 日に卵白アルブミンに対して応答するようになる。チフス菌や BCG の抗原には出生後にのみ応答した。また、彼らは同時に免疫寛容の誘導を行なった。胎子が抗原に反応できる胎齢に達してはじめて免疫寛容が誘導される ヒツジや、ヒトの新生子がチフス菌や BCG の抗原を認識しにくい点には一つの共通法則が考えられる。これらの点は動物やヒトにおいて、生後ワクチンの投与計画を立てたり、アレルギー病の予防治療のために充分考慮しなければならない点である。

ホヤにおける免疫応答

ホヤにおいては組織適合抗原の原型がみられる

図 3 ■ ヒツジ胎子、新生子における免疫系の発達

抗原の位置は最初に免疫応答を示した時期を示す。臓器のラインは、最初に組織形成がみられた時期を示す。A. Silverstein et al.: "Morphological and Functional Aspect of Immunity", Plenum Press, New York, 1971 より改変引用。

ミダレクイタボヤ *Bofryllus primigenus* における拒絶反応
両親：AB×CD

F₁における反応性

	AC	AD	BC	BD
AC	—	—	—	+
AD	—	—	+	—
BC	—	+	—	—
BD	+	—	—	—

脊椎動物における拒絶反応
両親：AB×CD

F₁における反応性

	AC	AD	BC	BD
AC		+	+	+
AD	+		+	+
BC	+	+		+
BD	+	+	+	

図 4 ■ ホヤと脊椎動物における拒絶反応

—：移植片が定着した，+：移植片が拒絶された。

として、最近注目されている。つまり、同一群体由来の小片はともに癒合するが、異なる群体由来の小片は拒絶しあう。一方、親群体と F₁ 群体はすべて癒合する点は脊椎動物と異なっている。つまり脊椎動物では、二個体間で組織適合抗原のハプロタイプの一つが共通であっても、もう一つが異なっていれば拒絶反応が起こる。この点は、ホヤは脊椎動物とは異なる組織適合遺伝子系をもつと考えられる。つまり、共通の形質を肯定的に認知する機構が存在するわけである。一方、脊椎動物では、ハプロタイプが片方だけ異なっている組合せの場合は、両方とも異なっている場合に比べ拒絶反応が弱い。この脊椎動物の拒絶反応における部分的免疫寛容はホヤにも存在すると考えられるので、この免疫現象に対する分子生物学的な解析が望

まれる (図 4)。

ニワトリにおける免疫応答

鳥類特有の一次リンパ系器官はファブリキウス嚢である。サメでは直腸腺、カメでは総排泄腔嚢が相同器官とみられる。ファブリキウス嚢はB細胞が分化する場所として大変重要である。つまり、ファブリキウス嚢は胚においてはマクロファージ系の間質細胞をもつ組織のみである。その組織に骨髄よりB細胞の前駆細胞が移入して分化・成熟が行なわれる。前駆細胞はファブリキウス嚢へ移入する前に小規模の遺伝子再編成を終了している。ファブリキウス嚢内でB細胞は間質細胞の協力のもとに抗原非依存的な遺伝子変換を伴う分裂により多様性を獲得する (図 5, 6)。

哺乳類では、血液幹細胞がB細胞への分化の過程で遺伝子再編成 (H, L 鎖それぞれの V, D 遺伝子, 4 個の J 遺伝子の組換えにより 10⁶ 以上のイデオタイプ多様性を獲得し、さらに抗原と出あったB細胞のV領域に生じた突然変異が一層の多様性を添加する) により無数の外来抗原に対応するクローンセットが形成される。これに対し、鳥類では免疫グロブリンの L₂ 鎖の V 遺伝子は単一の J₂, 1 個の発現型 V₂₁ しか存在しない。単一 V 遺伝子配列の上流の位置に 25 個の偽遺伝子

図 5 ■ 哺乳動物における抗体遺伝子の再編成 (H鎖の場合)

図 6 ■ 鳥類における抗体遺伝子の変換 (H鎖の場合)

(pseudogene, 塩基配列において V_{H1} と明らかに相同であるが、遺伝子としての機能を失った DNA 領域)が存在する。再編成(gene rearrangement)を終えた V_{H1} と 25 個の偽 V_L の間に高頻度の遺伝子変換 (gene conversion) が起こり、多様性を獲得すると考えられる。ファブリキウス嚢は逆蠕動運動を行ない、総排泄腔内成分を取り込む。その際、ファブリキウス嚢内上皮を介して腸内細菌をはじめとする種々の外来抗原が侵入する。腸内細菌は侵入後、B細胞を刺激し、分化・成熟を促すと考えられる。

鳥類のH鎖は V , D , J 遺伝子に、L鎖は V , J 遺伝子の断片に分かれ、各断片はさらにいくつかの断断片からなり、再配列と遺伝子変換により 10^6 を越える多様性が得られる。さらにこれらの遺伝子の再編成ででき上がった可変部エクソンの 1 個 1 個の塩基の体細胞変異によって多様性は飛躍的に増加する。このような多様性遺伝子発現機構は、鳥類と哺乳類では異なっている。孵化後に対応抗原に出あったB細胞は遺伝子変換を停止し、部分的な変異を開始して多様性はさらに微細化してゆくと考えられている。この V 遺伝子の多様性獲得により高度な生体防御機構が形成されると考えられている。

ニワトリのリンパ球におけるシグナル伝達

T細胞の膜表面にはインターロイキン1, TNF (腫瘍壊死因子) α , ホルボールエステル, 活性酸素, シクロヘキサミドなどの免疫活性物質に対するレセプターが存在する。これらの物質が膜レセプターを刺激し、細胞質内に情報伝達 (シグナル伝達) が行なわれてT細胞由来の物質生産が促される。これらの現象は主として哺乳類のT細胞を用いた実験により明らかにされている。つまり、シグナル伝達により伝達介在物質 (NF- κ B, NF は nuclear factor) の阻害物質 I- κ B, I はinhibitor) がリン酸化を受けて不活化される。その結果、I- κ B に結合していた NF- κ B がはなれて活性型 NF- κ B が形成される。活性型 NF- κ B は様々な遺伝子 (β -インターフェロン, 組織適合抗原, インターロイキン2, インターロイキ

ン2レセプター α などの生理活性物質や、ヒト免疫不全ウイルス HIV (human immuno deficiency virus) の遺伝子) の転写を活性化する。また、B細胞の膜表面にも菌多糖体 (LPS) のレセプターが存在し、シグナル伝達により NF- κ B が活性型で放出されて免疫グロブリン短鎖 κ 遺伝子 (Ig κ L 遺伝子) のエンハンサーとして働き、免疫グロブリンの産生が促される。

NF- κ B 遺伝子は以上のように種々の免疫活性物質遺伝子やウイルス遺伝子の転写活性化物質 (エンハンサー) として働いているが、分子量 50 K の蛋白 P 50 と分子量 65 K の蛋白 P 65 の 2 種類存在することが知られている。ところがこの NF- κ B は、ニワトリB細胞リンパ腫を誘発する reticuloendotheliosis virus (細網肉腫ウイルス) によりコードされている癌遺伝子 (oncogene, *v-rel*) と構造上の類似性をもつことが報告されている。*rel* はショウジョウバエの腹側背側軸の決定因子である *Dorsal* および *rel* の類縁遺伝子 (p 100) と構造上の類似性をもつことが明らかにされている。したがって、*rel*, *Dorsal*, NF- κ B, p 100 は 1 つの遺伝子のファミリーとして *rel* 遺伝子群と呼ばれている。また、*rel* についてもウイルスでコードされている *v-rel* と細胞質内にあってウイルスでコードされない *c-rel* の 2 種類が明らかにされている。

以上の *rel* 遺伝子群については、マウスでは詳細に明らかにされているが、ニワトリでは充分でない。ニワトリリンパ細胞にみられる *rel* 遺伝子群を明らかにすることにより、ニワトリリンパ細胞のシグナル伝達因子の一つが解明されると考えられた。筆者らは *v-rel* および *c-rel* をターゲットにした RT-PCR を行なっている際に、予想されるサイズと異なるフラグメントが増幅されるのを見いだした。クローニングと塩基配列の比較から、マウスやヒトの NF- κ B p 50 との類似性が明らかになり、これをプローブとして遺伝子解析を行なった。この PCR フラグメント (CR 2748) をプローブとしてニワトリ脾臓の cDNA ライブラリーから全コーディング領域を含む cDNA クローンを単離し、塩基配列を決定した。これらの塩基

分裂に関与する遺伝子に共通する配列である。NRD 領域と cell cycle motif の間および cell cycle motif の C 末端には、ヒト、マウス、ニワトリ間で類似性の低い領域が存在しており、この領域が種特異性を決定すると考えられた⁽⁶⁾。

NF- κ B は細胞内シグナル伝達因子として重要な機能を担っていると考えられる。I- κ B が阻害因子として働き、シグナル伝達により I- κ B が外れて、NF- κ B は活性型となり核内に移行し、遺伝子に作用する。この NF- κ B の種特異性を明らかにするためには、クローン化された遺伝子をマウス受精卵などに導入し、哺乳動物での作用を明らかにしなければならない。また、これらの免疫関連遺伝子に対するエンハンサー遺伝子の種特異性の機構も遺伝子レベルで次第に明らかにされると考えられる。

*

本稿で述べた比較免疫学の研究手法を示すと図8のようになる。動物または胎子より免疫担当細胞を得て発生分化の研究を行なう；これらの細胞を用いて遺伝子の解析を行ない、ニワトリや他の動物の抗体産生遺伝子を明らかにする；胎子および下等動物の免疫担当細胞を用いて産生される免疫生理活性物質の解析を行なう；さらにこれらの細胞に対するモノクローナル抗体を用いて分化蛋白質を明らかにする。以上のような研究手法を用いて成果を得ることが、ヒトの分子免疫学への活用、免疫の系統発生の研究に貢献すると考えられる。

研究の技術的な面としては、動物または胎子よ

図 8 ■ 比較免疫学の研究手法

り免疫担当細胞を得て株化（クローン化）する手段の確立が必要とされる。さらに、クローン化した細胞を用いて目的とする遺伝子のクローニング、大腸菌や動物細胞での発現、発生工学を用いた異種動物への発現手段の確立が必要である。発現した物質の同定、精製にはモノクローナル抗体が必要とされる。また、このような遺伝子発現により得られた新たな物質は、ヒトや動物の病気の予防・治療に役立つと考えられる。

文献

- 1) M. J. Manning & R. D. Turner: "Comparative Immunobiology", Blackie, 1976; 村松 繁, 大西耕二訳: "比較免疫生物学", 共立出版, 1979.
- 2) R. Nanbu, Y. Nakajima, K. Ando & S. Natori: *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 150, 540 (1988).
- 3) 安住 薫, 横沢英良: 生体防御, 7, 301 (1990).

- 4) A. Silverstein *et al.*: "Morphological and Functional Aspect of Immunity", Plenum Press, 1971.
- 5) 池田敏男, 本庄和人, 広田好和, 小野寺 節: 家畜生化学研究会報, 28, 29 (1992).
- 6) 池田敏男, 本庄和人, 広田好和, 小野寺 節: 第 14 回日本分子生物学会年会 プログラム・講演要旨集, 14, 233, (1991).

書 評

“ウォーレス 現代生物学”

本書は、大学一般教養課程の学生を対象にした生物学の入門書であり、生物学の全貌をやさしく魅力的に紹介することを目的としている。広範な分野にわたる明解な解説と図版の美しさは、日本人の手による同様の教科書と比べると際立っている。これは自分の携わる分野の魅力をアピールする情熱の違いではなかろうか。生物学をまだよく知らない学生に対し、その魅力をあますところなく伝えようとすれば、正確なだけが取柄の無味乾燥な文章や、レイアウトに何の工夫もないページ構成、モノクロで細部までやたらと詳しく描写してある資料集のような図版では、教育効果が上がらないどころか、学生が生物学を嫌いになってしまう。その点では、米国の研究者は実に advertisement の精神がしっかりしている。

構成は第Ⅰ部「科学そして進みゆく生命の流れ」、第Ⅱ部「遺伝と進化——歴史と展望」、第Ⅲ部「原核生物から植物へ」(以上、上巻)、第Ⅳ部「動物の進化と多様性」、第Ⅴ部「動物における調節のしくみ」、第Ⅵ部「動物の個体維持と生殖」、第Ⅶ部「行動と生態—複雑な生物圏内の相互関係」(以上、下巻)となっており、各部はさらに 10 ページ前後の章に分かれている。第Ⅰ部は自然科学の考え方と生物学の発達の歴史を概括し、生命化学の基礎、細胞、生体エネルギー、光合成、解糖と呼吸、細胞と核の分裂など、後に続く各部の基礎をなす。

第Ⅱ部以降が生物学の各論となるが、一見してわかるように進化的観点に重点が置かれ、形質の発現、その機能と調節、種分化と系統進化、分子進化と分子系統樹、そして適応と種の多様性に至るまで、進化に照らしてものを見る姿勢が一貫している。紹介されるテーマは驚くほど広範にわたっており、およそ生物学に関係すること

で漏れたものはないと思われるほどだ。大きく美しい図版が各ページに登場し、本文中には見出しやワンポイントの要約が色刷りになっており、ときどき別建ての興味深い話題がコラムとなって挿入されている。各章末には簡潔な要約があり、重要語句のリストや復習のための演習問題とその答えとなる本文ページ数が指示してある。何というサービス精神！

訳者もまえがきで指摘しているように、小さな誤りがあるところどころに見られる。私が専門とする行動と生態の箇所ですくつか見つけたから、おそらく他の箇所にもあるのだろう。やはり生物学の全貌を紹介するとなると、いくら査読者を設けても指摘されないまま残ってしまうようだ。しかし、そのためにこの教科書を低く評価するつもりは毛頭ない。そのような誤りは細かいもので、一般教養課程の学生がそのように覚えたところで害害はほとんどないと思う。むしろ、記述の正確さを厳密にするあまり、本筋がわからなくなるほど詳しい解説を開陳したり、自分の得意な分野の紹介を意図的に避ける日本の古典的な大学教官のほうが、生物学の魅力を学生に伝えていない点で罪が重い。

訳者は、共生の進化を分子生物学的に研究している東大理学部石川統教授をはじめ、動物学専攻の大学院生達である。訳文は読みやすく、自然な言葉の使い方に訳者達の心遣いが感じられる。値段が上下で 17,000 円を越えるのは気がかりだが、それでも生物学に興味のある若い学生にはお薦めの 1 冊として、また教壇に立つ大学教官には魅力ある講義を考えるきっかけとして本書を推薦したい。

(嶋田正和)

(R. A. Wallace, J. L. King, G. P. Sanders 著, 石川 統ほか訳, 東京化学同人, A4変型判カラー, 上巻 472 頁, 下巻 448 頁, 各 8,600 円, 1991 年刊)