

中山自然科學大辭典

第七冊

生物學

名譽總編輯 王雲五

編輯委員召集人 李熙謀 (常務) 鄧靜華 易希陶

本冊主編 李亮恭

中山學術文化基金會董事會 出版授權與人
臺灣商務印書館 出版者

461
7

中山自然科學大辭典

第七冊

生物學

五雲王 名譽總編輯

陶希易 鄧靜華 (李熙謀 常務) 編輯委員會召集人

恭亮李 本冊主編

中山學術文化基金會董事會 出版授權與人
臺灣商務印書館 出版者

中華民國三十六年六月

★
M
200A
C
1

中山自然科學大辭典

第七冊 生物學

序 言

雖然生物包括植物與動物，廣義的生物科學(Biological Science)，也包括植物學與動物學，但近代的生物學(General Biology)已趨向於專事動植物所共同的生命現象的研究，如細胞、代謝、生殖、遺傳、演化、生態等等；而將形態、生理、分類等事分別由植物學與動物學治之，本大辭典分爲十冊，將生物科學部分分列生物學、植物學、動物學與生理學四冊。則本冊內容之範圍自應以生物的共通現象爲限。

吾人對於生物的首一問題爲生命何自而來？本冊共分九篇，其第一篇即討論生命的起源。其次討論最原始的生物爲何？濾過性毒不過是一個大分子，尚未具備細胞的構造，但已具有一部分生命現象，可以視爲無生物界與生物界之間的居間狀態。本冊第二篇即論述濾過性毒。然後依次分篇講述細胞的形態、細胞的生理、生物的生殖、細胞的分化、遺傳、演化以及生物與環境的相互關係。

生物之研究可從不同的階層着手。可以個體與群落爲研究對象，如分類、生態、遺傳、演化等部門，亦可以器官或組織爲研究對象，如解剖學、組織學、生理學等；更進一層，可以細胞爲研究對象，即細胞學；最後尚須窮究構成細胞各部分的化學分子的種類，排列方式，以及其作用，是謂分子生

物學。在組織階層以上，動物與植物之間的區別甚為顯著。自細胞以下，則區別極微；故細胞學與分子生物學之所論乃一切生物之所同也。本冊所述亦以細胞為中心。分子生物學尚在開創階段，多數問題尚未有分子階層之解釋；本冊亦儘可能採用此方面已有之知識。

本冊係依百科全書之體例寫出，但編排次序非按標題筆畫，而依照內容作系統排列。讀者如按內容目次逐節連讀，可以得到系統的知識，有如讀一篇專書。冊末附有中英文索引，則可以查閱某一名詞之意義與內容。

生物學名詞，國立編譯館業已審訂。但在本冊編寫之時，尚未正式公佈，未及作為依據。故本冊各篇所用之名詞皆由各篇作者所自由採擇或自行翻譯，因此容有未能一致之處，但所有重要名詞之下均加註西文，以利查考。

李亮恭

國立臺灣師範大學生物系
中華民國六十二年七月

中山自然科學大辭典 第七冊

生物學

目次

序

第一篇 生命的起源

楊冠政

壹 生命的定義與特徵 1

I 生命的定義 1

II 生命的特徵 1

貳 生命起源的假說 3

I 創造說 3

II 無生源論 4

III 生源論 5

IV 宇宙生源說 7

V 化學演化說 7

參 化學演化的過程 8

I 化學演化的年代表 8

II 原始地球 8

III 低分子量有機物的非生物合成 9

IV 巨分子的非生物合成 11

V 有機催化劑的無生起源 13

VI 模板系統的非生物合成 13

VII 原始細胞的假說 14

VIII 基因假說 16

IX 化學演化的後期 17

參考書目

第二篇 生物界邊緣的物體 濾過性病毒 蘇

壹 濾過性病毒之概念 18

I 濾過性病毒 18

II 毒素病與病毒學 21

貳 病毒之形態與構造 21

I 病毒之形態 21

II 毒粒子之構造 23

III 病毒之化學構造 26

參 病毒之種類與分類 29

I 病毒之命名 29

II 病毒之分類 29

肆 病毒與寄主之關係 40

I 病毒之一般性質 40

II 病毒之感染 41

III 病徵 43

IV 傳染 46

V 預防與治療 47

第三篇 生物的單位——細胞

李亮恭

壹 概說 48

I 生物的基本構造 48

II 細胞的定義 48

III 細胞的大小與形狀 49

IV 細胞的構造 50

貳 細胞學發展簡史 52

I 細胞學與顯微鏡的關係 52

II 細胞的發現 53

III 細胞學說 53

IV 細胞的來源 54

V 原生質學說 54

VI 消色差透鏡 54

VII 昌明時期 54

VIII 實驗時期 55

參 細胞壁 55

I 高等植物的細胞壁 55

II 菌類的細胞壁 59

III 藻類的細胞壁 59

IV 藍綠藻類的細胞壁 60

- V 細菌的細胞壁 60
- 肆 細胞膜 61
- 伍 內質網 67
- I 內質網的發現 67
- II 內質網的分佈 67
- III 內質網的構造 67
- IV 內質網的功用 68
- V 內質網的來源 69
- 陸 核糖體 69
- I 核糖體的形狀與大小 70
- II 高等生物核糖體 71
- III 核糖體團 71
- IV 核糖體的化學成分 71
- V 核糖體的功用 72
- VI 核糖體的來源與壽命 73
- VII 葉綠體與粒線體的核糖體 7
- 柒 粒線體 73
- I 粒線體的形狀與大小 73
- II 粒線體的數目與分佈狀況 74
- III 粒線體的運動 74
- IV 粒線體的超顯微構造 74
- V 粒線體的化學成分 76
- VI 粒線體的功能 76
- VII 粒線體的來源 76
- VIII 粒線體與細胞共生說 77
- 捌 高基氏體 78
- I 高基氏體的構造 78
- II 網狀體 78
- III 高基氏體的機能 76
- IV 高基氏體的來源 80
- 玖 質體 81
- I 白色體 81
- II 雜色體 81
- III 造粉體 81
- IV 造油體 82
- V 蛋白體 82
- VI 葉綠體 82
- 拾 分解體，過氧化體 88
- I 分解體 88
- II 過氧化體 90
- 拾壹 微管，中心體，纖毛與鞭毛 91
- I 微管 91
- II 中心體 92
- III 纖毛與鞭毛 93
- 拾貳 液泡，伸縮泡，食泡 95
- I 液泡 95
- II 伸縮泡 96
- III 食泡 97
- 拾叁 細胞核 97
- I 細胞核 97
- II 細胞核與細胞質的關係 98
- III 細胞核的構造 99
- 拾肆 染色體 102
- I 染色體 102
- II 主縱痕的位置 102
- III 副縱痕 102
- IV 核仁組成中心 103
- V 端粒 103
- VI 染色體的長度 103
- VII 異染色區 103
- VIII 染色中心 103
- IX 染色體的構造 104
- X 染色體的成分 106
- XI 染色體的功能 107
- XII 染色體的數目 107
- XIII 染色體組型 107
- XIV 染色體組圖 107
- XV 刷形染色體 108
- XVI 唾腺染色體 110
- 參考書目 111
- 第四篇 生物的基本機能—細胞生理 楊冠政
- 壹 緒論 112
- I 細胞生理學的意義 112
- II 生命活動的解釋 112
- III 細胞生理學發展簡史 113
- 貳 細胞的分子成分 115
- I 細胞的分子成分 115
- II 細胞的分子組合 116
- III 水 116
- IV 蛋白質 117
- V 醣類 120
- VI 脂質 122
- VII 核酸 124

叁	細胞的膠體性質	128	柒	細胞內能的轉變	159
I	均勻系與不均系	128	I	能	159
II	膠體系統	128	II	熱含量	159
III	膠體溶液的分類	128	III	自由能	160
IV	細胞質為多相的膠體系統	129	IV	生活功	161
V	布朗運動	129	V	生物氧化作用	162
VI	細胞質的黏性	129	VI	氧化還原酶類	163
VII	荷電性	130	VII	高能量化合物	164
VIII	膠體系統的界面積	131	VIII	細胞呼吸	164
IX	吸附作用	131	IX	光合作用	172
X	水化作用	132	X	生物發光	177
XI	沉降作用	132	捌	細胞的代謝	178
肆	細胞的環境	133	I	細胞的代謝類型	178
I	水	133	II	代謝途徑	179
II	氣體	135	III	醱類的代謝	180
III	電解質	136	IV	氮素代謝	182
IV	輻射線	139	V	蛋白質的生合成	185
V	溫度	143	VI	脂質的代謝	189
伍	細胞的透過性	144	VII	核酸的代謝	191
I	細胞的膜	144	VIII	細胞代謝的調節	195
II	擴散作用	144	玖	細胞的感應性	197
III	滲透作用	145	I	膜電位	197
IV	滲透壓	146	II	動作電位	198
V	滲透壓及生理溶液	146	III	植物細胞之動作電位	201
VI	唐納氏平衡	146	IV	動作電位的突觸傳導	201
VII	主動運輸	147	拾	細胞的運動	202
VIII	胞飲作用	148	I	細胞質流動	202
IX	吞噬作用	149	II	色素細胞內色粒之運動	202
X	細胞分泌	149	III	變形運動	203
陸	細胞的酶	150	IV	纖毛運動	203
I	酶的定義	150	V	肌肉運動	204
II	酶的化學性質	150	第五篇	生物的生殖	
III	酶的命名	150	壹	生殖的意義	208
IV	酶的分類	151	I	生殖的定義	208
V	酶作用的一般機制	151	II	生殖與複製	208
VI	影響酶作用速度之因素	154	III	濾過性病毒的生殖	208
VII	酶的專一性	155	IV	細胞的生殖	208
VIII	酶的致活作用	156	貳	細胞分裂	208
IX	輔酶的分類	157	I	細胞分裂	208
X	酶的抑制作用	157	II	無絲分裂	209
XI	同性異構酶	158	III	有絲分裂	209
XII	酶在細胞內的分佈	158			

- IV 有星有絲分裂與無星有絲分裂 210
- V 細胞核分裂 210
- VI 細胞質分裂 214
- VII 分隔體 215
- 叁 無性生殖與有性生殖 216
 - I 無性生殖 216
 - II 有性生殖 218
- 肆 減數分裂 219
 - I 減數分裂 219
 - II 減數分裂的程序 219
 - III 減數分裂發生的時間 224
- 伍 配子的形成與受精 224
 - I 生殖細胞 224
 - II 配子 225
 - III 受精 229
 - IV 雙重受精 231
- 陸 有性生殖的變化 231
 - I 有性生殖與減數分裂的變態 231
 - II 孤雌生殖 231
 - III 無融合生殖 232
 - IV 學生胚 233
- 柒 植物界生殖的演化 233
 - I 植物生殖的演化 233
 - II 同形孢子與異形孢子 238
 - III 種子的演化 238
 - IV 精子的運送 239
 - V 花的重要性 239
 - VI 傳粉 239
 - VII 自花傳粉與異花傳粉 240
 - VIII 種子的保護與傳佈 240
 - IX 世代交替的演化 240
- 捌 動物界生殖的演化 241
 - I 動物界的世代交替 241
 - II 接合 241
 - III 性別的區分 242
 - IV 同體受精與異體受精 242
 - V 體外受精 242
 - VI 體內受精 242
 - VII 胚胎的保護與營養 242
 - VIII 數量的保證 242
 - IX 卵的保護層 242
 - X 卵生與胎生 243

- XI 卵生哺乳動物 243
- XII 有袋類的生殖 243
- 參考書目 243

第六篇 細胞分化

許織雲

- 壹 細胞的分化 243
- 貳 細胞分化的化學基礎 243
 - I 基因控制蛋白質的構造 244
 - II 基因控制酶的合成 245
- 叁 個體發生過程中蛋白質合成型式及其合成場所的改變 246
 - I 血紅素 246
 - II 乳酸去氫酶 246
 - III 鹼性磷酸酶 247
- 肆 基因群之全向性的發展潛力 247
 - I 胞核移植 247
 - II 植物細胞之培養 248
 - III 細胞分化之可逆性 249
- 伍 細胞分化之控制 252
 - I 胞核控制笠藻頂帽的形態 252
 - II 控制細胞分化的體內環境因子 252
- 陸 細胞分化之機轉 259
 - I 組織蛋白學說 259
 - II 操縱子學說 264
 - III RNA 學說 266
 - 參考書目 272

第七篇 生物的遺傳

孫 雄

- 壹 遺傳學的範圍 272
 - I 遺傳學課程及論著之種類 273
 - II 和遺傳學有關的科學 273
- 貳 細胞和遺傳的關係 273
 - I 細胞和遺傳的關係 273
 - II 細胞核和遺傳的關係 274
 - III 染色體和遺傳的關係 274
- 叁 遺傳的法則 274
 - I 孟德爾的試驗 274
 - II 孟德爾的遺傳律 276
- 肆 連鎖遺傳 277
 - I 連鎖 277
 - II 連鎖圖 278
 - III 基因和染色體的關係 279
 - IV 連鎖和 F₂ 分離比的關係 280

V 由重組率推算 F₂ 分離比 280

VI 連鎖圖的作圖法 281

VII 三點測交作圖法 281

伍 基因的交互作用 284

 I 上位性 284

 II 互補性 285

 III 累加性 285

陸 突變 285

 I 染色體突變 286

 II 基因突變 296

 III 突變的頻率 298

 IV DNA 突變 299

柒 基因型與表現型的關係 303

 I 花色的遺傳 303

 II 基因, 酵素和性狀的遺傳 305

捌 遺傳字碼 309

 I DNA 和 RNA 字碼 309

 II 字碼學說 309

 III 反字碼 312

玖 蛋白質的合成方式 313

 I m-RNA 和遺傳情報的轉錄方式 313

 II t-RNA 和遺傳情報的轉譯方式 313

 III 遺傳情報的傳遞方向 314

 IV 核糖體的功能 315

 V m-RNA 的壽命 316

拾 藻菌類的遺傳 316

拾壹 細菌的遺傳 322

 I 細菌的性別 322

 II 細菌的交配型與遺傳重組 323

 III 細菌的基因連鎖圖 323

拾貳 病毒的遺傳 324

 I 噬菌體的 DNA 324

 II 侵染行為 325

 III 溶菌斑的特性 325

 IV 噬菌體 T₄ 的基因 326

 V 病毒的遺傳重組 329

拾參 基因的精微結構與功能 330

 I rII 突變研究 330

 II 作用子、突變子和重組子 330

 III 細菌的遺傳控制體系 332

 IV 高等生物的遺傳控制體系 334

拾肆 數量遺傳與集團遺傳 337

I 連續變異 338

II 基因型頻度 339

III 基因頻度 339

IV 交配型與交配型頻度 342

V 複等位基因 342

VI 伴性基因 343

VII 基因頻度的變化 344

VIII 遺傳性與非遺傳性的變異 346

IX 近親繁殖與雜種優勢 360

拾伍 人類遺傳 363

 I 家系譜分析法 363

 II 雙胞生和多胞生 363

 III 人類的遺傳病 364

 IV 親屬間的關係 365

拾陸 細胞質遺傳 366

 I 細胞質遺傳的標準 366

 II 細胞質基因組 367

 III 母體遺傳 367

 IV 色素體基因 368

 V 細胞質基因 368

 VI 人為誘變細胞質基因 369

 VII 細胞質基因與染色體基因的交互作用 370

 參考書目 371

第八篇 生物的演化

林朝榮

壹 導言 371

貳 生物演化論之歷史 372

 I 亞里斯多德的演化觀念 372

 II 生物特創說 372

 III 蒲豐與伊拉司麥司·達爾文 372

 IV 拉馬克 372

 V 達爾文的自然淘汰說 373

 VI 達爾文以後 374

 VII 德國學派與粒子學說 375

 VIII 巨體古生物學與新拉馬克主義 375

 IX 現代之古生物學的演化論 376

參 古生物學與演化論 377

 I 序言 377

 II 古生物之系統發生 378

 III 原始生物之化石 382

肆 演化論之理論 382

 I 演化之真實憑證 382

- II 演化定律 386
- 伍 植物界之演化 392
 - I 植物演化與動物演化間之關係 392
 - II 植物界之演化 393
- 陸 動物界之演化 406
 - I 無脊椎動物之演化 406
 - II 脊椎動物之演化 422
 - III 腦之演化 454
 - IV 湖與池塘 495
 - V 淡水沼澤 496
 - VI 沙漠 496
 - VII 寒原 497
 - VIII 草原 498
 - IX 森林 499
 - 參考書目 500

第九篇 生物與環境的關係

王忠魁

- 壹 生態學概要 460
 - I 生態學之範圍 460
 - II 生態學入門之道 462
 - III 生物與生育環境 463
 - IV 能量之來源 463
 - V 種種因素相互作用原理 464
- 貳 生態體系 465
 - I 生態體系之組成部分 465
 - II 生態體系之結構與功能 466
 - III 生態體系之單元 467
 - IV 生態體系中分類上的生物成分 468
 - V 生態體系之生物種別結構 469
 - VI 生態體系之結構與功能間之關係 471
- 參 生物群落 471
 - I 群落概念 471
 - II 群落組織因素 472
 - III 生物體型 480
 - IV 優勢性等第 481
 - V 群落之結構 481
 - VI 群落之分類 483
- 肆 生態法則 485
 - I 生態群落之時間與空間關係 485
 - II 生態法則 486
 - III 生態演進 486
 - IV 終極群落之安定 491
 - V 群落之成熟 491
 - VI 人類社會之演進 492
 - VII 生態與演化 492
- 伍 世界主要生態體系 492
 - I 海洋 493
 - II 融匯淀與海岸 493
 - III 溪流與河流 494

第一篇 生命的起源

壹 生命的定義與特徵 (Definition and Characteristics of Life)

I 生命的定義 (Definition of Life)

吾人對生命現象已知道不少。解剖學者與分類學者研究百餘萬種動物的形狀及其相互的關係；生理學者研究生物體的機能；生物化學者證實構成生命的有機分子間的交互作用；分子生物學者 (molecular biologist) 已發現負責生殖作用和世代間傳遞遺傳訊息 (genetic information) 的真正化學分子；生態學者探討有機體與環境間的相互關係；胚胎學者研究一個單細胞如何發育為複雜的生物體。雖然這些各門各類的生物學者提供了豐富的知識，然對「生命」却不能提出一個可以共同接受的定義。事實上，每個生物學者都習慣於用他自己的觀點來解說生命的定義，茲簡述數種生命的定義如下：

一、生理學的定義：

多年以來，生理學的定義是最普遍流行的一種。生命被認為是一個能夠完成若干機能的系統。這些機能包括攝食、代謝、排泄、呼吸、運動、生長、生殖以及對外來刺激起反應。

二、遺傳學的定義：

在地面上的生物，從最簡單的細胞至最複雜的人體，是具有特種能力的機器。它能毫不費力的進行有機分子的複雜變化，表現出精巧的行為類型 (behaviour patterns)，無限制地將自環境中獲得的原料構成本體，及其複製物。

遺傳訊息為核酸中的基因所攜帶，不同的基因負責表現生物體不同的特性。生物體生殖時，基因也生殖或複製，將各種不同特性的指示傳遞給下一代。而突變即是某一特性指示的改變，當這種基因表現時，可能產生一些有利的特性。具備有利基因的生物體可以優先生存與生殖。然而，大部份的突變往往是有害的，足以導致生物體的傷害或死亡。

有利的突變可使生物體更適於環境，因此生物體漸向較佳適應的路途演化。一般言，演化是趨向複雜。這

種演化是付出很大的代價，因為今天存在的，具有複雜性與適應性的人類，是由於億萬個較不適應及不夠複雜的生物體死亡的結果。

所以，遺傳學的生命定義是：一個能夠藉自然選擇而演化的系統 (a system capable of evolution by natural selection)。

三、代謝的定義：

生命的代謝定義也仍舊在生物學界流行。此定義認為生命系統為一具有確定的境界並能與外界不斷交換物質，而不改變其通性。

II 生命的特徵 (Characteristics of Life)

生命的定義雖然很難確定。但生命所表現的特徵是很顯明的；它有(1)特化的組織；(2)物質的轉變；(3)能的轉變；(4)自身複製及(5)運動與行為。

一、特化的組織 (specific organization)

生物體最明顯的特徵是其複雜的構造與高度的組織。生物為具有錯綜的內部構造的物體，含有許多種類不同的生物分子 (biomolecules)。相反地，無生命物質，例如岩石土壤，通常是由簡單的化合物隨意混合而成，其組織亦甚為單純。

每種生物均可由其特殊的外貌或形狀予以辨認，尤其是成長的生物體均有一定的大小。無生命物質其形狀與大小變化很大。每種生物都不盡相同，但都是由功用不同的部份組織起來的，如身體是由各種器官所組成。

細胞本身亦有特化的組織，具有特殊的，易於辨認的大小與形狀。它有細胞膜 (plasma membrane) 將原生質與環境分離。內有細胞核 (nucleus) 能控制和調節整個細胞的活動。許多細胞集合成為組織 (tissue)，各種組織構成器官 (organs)，器官組成器官系統 (organ systems) 以行使一定的功能。

活細胞內，在複雜的酵素反應系統中，某一部份的特殊反應速率，能被另一部份之反應速率所控制或調節；換言之，一種中間產物或代謝物其累積量超過一個臨界濃度 (critical concentration) 時，即形成一種信號，可使形成此物之反應速率減緩，此種作用稱為反饋抑制 (feedback inhibition)。

細胞內的某些酵素，特別是位置在反應順序之起始或分支點上者，其功能如同調節 (regulatory) 酵素；它們要受到該反應順序的最終產物的抑制。

此外，活細胞具有調節其自身催化劑酵素合成之力量。因此細胞內無論何時，若某一產物的前驅物已充分製成時，即能停止製造這些前驅物所需酵素之合成。

二、物質的轉變 (substance transformation)

生物體不但自環境獲得能量，而且獲得原料，藉化學反應將其轉變用於建造生命活動所需之物質。

生物的細胞像化學引擎 (chemical engine) 一樣的作功；在酵素的催化下，大大地促進了生物體的各種化學反應之速率。酵素具蛋白性質，由簡單的胺酸組成；每種酵素只能催化一種特殊的化學反應。就目前所知，生物體內有千餘種酵素已被確定。每一個酵素分子在一分鐘內可催化數百個以至於數百萬個分子的轉變。酵素的反應特性與催化效率 (catalytic efficiency)，在溫度與氫離子濃度適當的狀況下，其作用之能力，均超過人造之催化劑。它們能在數毫秒 (milliseconds) 內，促進複雜的反應程序。此類反應若在化學實驗室中，必需時數日，數週，乃至於數月之久。

此外，在活細胞的化學反應中，尚有一特別顯著的性質，即酵素催化之反應具有百分之百產率，而無副產品。相反地，在實驗室中，以人造催化劑所進行之有機化學反應，幾乎總有一種或多種副產品之形成。

一個單細胞細菌，例如大腸桿菌 (*E. coli.*) 細胞，能同時合成數以千計不同種類的複雜分子，而只用三種簡單的先驅物 (precursor)，即葡萄糖，氮和水。

細胞內千餘種酵素所催化之化學反應，並非各個獨立發生，而是連續成許多有一定順序的連續反應，稱為酵素系統。在同一系統中第一個反應的產物，成為第二個反應的受質或反應物，如此類推。此種系統可能包括二個至二十個以上的反應步驟，彼此前後連續，形成單一或分歧的反應途徑。

三、能量的轉變 (energy transformation)

生物體能自其環境中獲得能量，且可將其轉變，用來進行各種體內需能量的工作，例如各種物質的合成，物質的運送，以及光電的發生等。

根據熱力學第一定律：能量不能創造，亦不能消滅，因此生物不能將能量用盡，而只能將能量從一種形式轉變為另一種形式。

生物自環境獲得能量之方式可分為兩種類型：異營生物 (heterotroph)，自環境中攝取高度還原而含有

高能量之有機化合物 (energy-rich organic molecules)，如葡萄糖等。在體內使葡萄糖氧化成二氧化碳及水。在此氧化過程中，葡萄糖分子之一些自由能，以化學形式保存之，而後用於細胞內各種需能之工作。人類及其他動物為典型之異營生物。自營生物 (autotroph) 藉吸收日光能或藉無機物的氧化以獲得能量，例如植物體在光合作用中，藉葉綠素吸收輻射能而轉變為化學能。

雖然這兩類自環境中獲得不同類型的能，但兩者均以同一種特殊有機分子形式保存，以後可以隨時運用，此分子即為腺嘌呤核苷三磷酸 (adenosine triphosphate : ATP)。ATP 是所有生物體中化學能的攜帶者，當它傳遞能量至其他分子時，即放出末端的一個磷酸根而變成腺嘌呤核苷二磷酸 (adenosine diphosphate : ADP)，而 ADP 可以在日光能的轉變或化學能之轉變中，再獲得一個磷酸根而變成 ATP。

四、自身複製 (self-replication)

生物體成熟時，有能力來產生和它自己本身相似的有機物。動物和植物的生殖可分為有性生殖和無性生殖。有性生殖包括兩配子的結合，即性細胞 (sex cell)，精子與卵的結合。無性生殖較為簡單，只是一個有機體簡單地分裂為兩個或更多部分，每一部分變成各自獨立。

生物的生殖作用有兩個很明顯的特性：

第一、生物體雖是極為複雜的個體，但是它用來傳遞遺傳信息 (genetic information) 的攜帶者，精子和卵，却非常細小而簡單。而遺傳信息密碼是儲藏在 DNA 分子中，人體體重達數十公斤，含有 10^{14} 個細胞，而 DNA 分子的質量均少於 6×10^{-11} 克。

第二、DNA 分子所貯藏的遺傳信息具有異常的穩定性，從所發現的前寒武紀 (Pre-Cambrian) 化石中存在的細菌與藻類看來，雖經歷數十億年，其大小、形狀、內部結構，以及化學分子均與今日存在的細菌和藻類極為相似。

五、運動與行為 (movement and behaviour)

運動是生物的特色之一。金魚在魚缸中緩緩游動，尋找食物、呼吸空氣，受驚時則躲藏起來，其鰭和鰓蓋不停地運動。微小的生物如變形蟲 (ameoba)，在顯微鏡下可觀察其特有的運動——變形蟲運動，不斷地伸展其偽足 (pseudopods) 用以尋求食物或躲避光線。

生物的運動是為了完成某種機能，例如尋求庇護所或尋找食物。而無生命物質之運動，並無機能的意義存

在。在顯微鏡下，可以看到小顆粒在水中漫無目的地亂動，謂之布朗運動 (Brownian movement)。而生物的運動並不是漫無目的。憑藉著有組織的，協調的運動，生物才能生存。

雖然休眠的種子和冬眠的動物，無運動的現象發生，但以敏感的儀器分析，仍可發現其原生質仍在進行能的轉變。

生物具有廣度的行為類型 (behavior patterns)。一隻鳥能靠藉它的核酸所携有的訊息，在一定的季節移徙，構築它的種族所特有的巢穴，從事靈巧的求偶方式；如果鳥類沒有適當的行為表現，它們將會沒有後代。生物的行為是它對環境反應的全部活動，植物的莖

對地心引力有負反應，及對光有正反應；這是由不同環境因素的刺激所引起的反應；這些顯示出植物的行為非常有限。趨性 (taxis) 是生物體對定向刺激所反應的移動，移動的方向與刺激的來源相關。

生物的行為是源自演化的自然選擇，凡是對生物體有利的行為有助於生物體的生存，而生物的行為必須與其構造和機能相輔而行；否則即失去對環境適應的意義。

貳 生命起源的假說 (Theories of the Origin of Life)

I 創造說 (Theory of Creation)

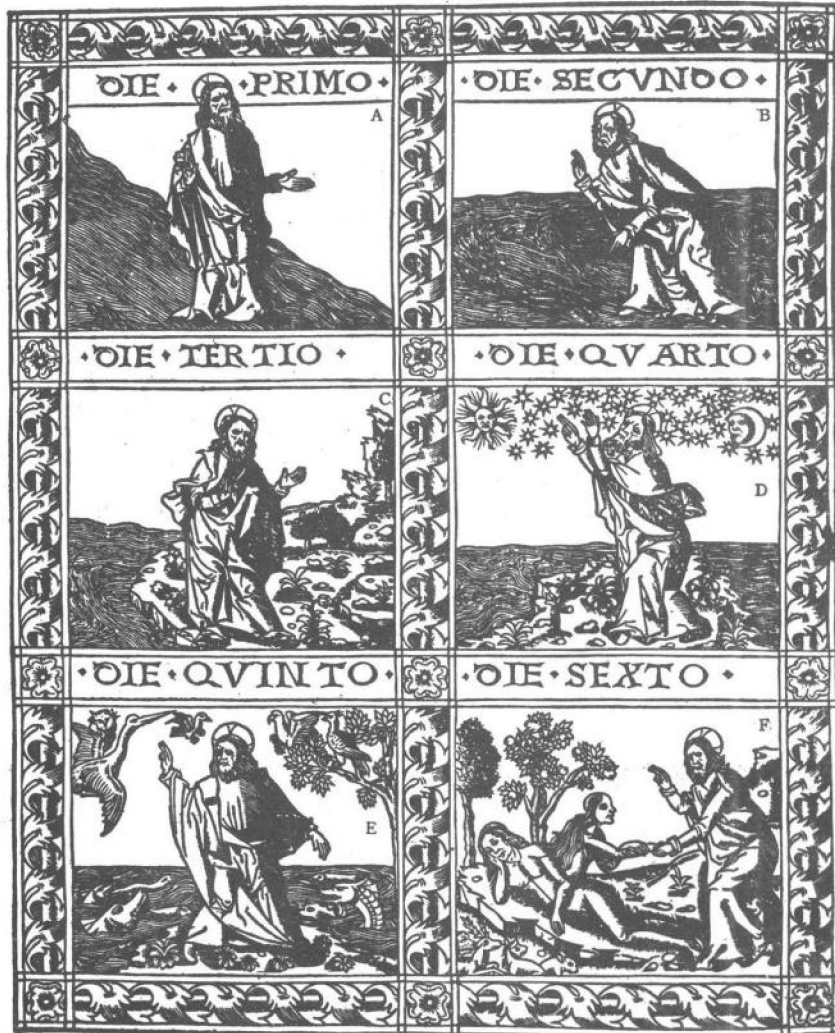


圖 1-1 十六世紀出版的聖經插圖，說明上帝創造宇宙萬物之經過：

- (A) 第一天創造天與地；
- (B) 第二天分離蒼穹與水；
- (C) 第三天造陸地與植物；
- (D) 第四天造太陽、月亮和星星；
- (E) 第五天造鳥與魚；
- (F) 第六天造陸生動物和人。

這是神學上對生命起源的解釋，得自上古的傳說，並不是科學的理論。聖經舊約創世紀 (Genesis) 中說，宇宙萬物都是由上帝所創造。

根據這種想法，認為地球上的所有生物，經上帝創造後，世代相傳，一成不變，以致後裔和它的祖先沒有區別。瑞典植物分類學家林奈 (Carolus Linnaeus) 也曾一度相信此說。在他的初版的自然系統 (Systema Naturae) 一書中會說：「神在起初造過多少品種，現在就有多少品種」。

圖 1-1 為十六世紀出版的聖經插圖，解說上帝創造萬物之經過。

這裡提到此一偽說，並不是因為它具有任何價值；不過因為在人類的早期思想中曾經流傳過，並且經過很長的時期；直到科學昌明以後，才有改變罷了。

II 無生源論 (Abiogenesis)

無生源論或自然發生說 (spontaneous generation) 認為生物可由無生物自然生成，或者由截然不同的另一種生物產生。

希臘時代的哲學家亞里斯多德 (Aristotle, 384-322 B.C. 圖 1-2) 相信此說。今將其動物誌 (Historia Animalium) 中敘述的一段略述如下：

『大多數的魚係自卵發育而成；可是有些魚係自淤泥及沙礫發育而成。在靠近尼多斯 (Cnidus) 池塘底的泥土完全乾枯後，再灌注雨水，不久可看到池中有許多小魚出現，這魚是鰻魚 (mullet)；這一事實可說明有些魚是自然發生而存在，並不是來自卵或交配。』

類似的繁殖形式亦發生在昆蟲係產生自同類，其他的昆蟲並不是來自活的親代，而是自然形成的；有些是形成自落在腐葉上的露水；有的來自樹幹或乾燥的木材；有的來自動物的毛；腐爛的肉也可以生蛆。』



■ 1-2 亞里斯多德 (Aristotle)

亞氏是歐洲古代的一位學術權威，當西方文化黑暗時期 (dark ages of western civilization)，他的著作為亞拉伯的學者所保存並研究。在文藝復興 (the Renaissance) 的初期西方學者於亞拉伯人處得到他的著作。此後，西方的一般人都接受他的學說，並把它當作無須證明的事實，這樣延續了二千年。

自亞氏發表自然發生說後二千年間，生物學者仍舊繼續發表相似的見解。在十三世紀時，人們相信鵝是從一種樹 (如圖 1-4 A) 產生，羊是從一種像瓜的果實產生 (如圖 1-4 B)；也有人認為樹葉落入水中變成魚，而落在陸地者則變成鳥。(如圖 1-3)。

西元 1605 年，杜氏 (Duret) 描述轉軛羊 (the lamb of Tartary)，係生長自植物的莖上 (如圖 1-5)。

西元 1652 年，比利時醫生凡赫芒 (Teon Baptiste Van Helmont) 描述一個非常有趣的試驗。他說一件襪衫與麥穗接觸廿一天後可產生小鼠。他認為襪衫中的汗水為產生小鼠的主要因素。

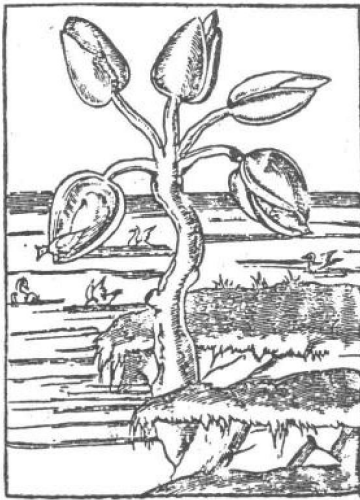


■ 1-3 樹葉落入河中變成魚；落在陸地則變成鳥。

III 生源論 (Biogenesis)

生源論主張生物係由其親代所產生。

義大利生物學家雷迪 (Francesco Redi, 1626 - 1697)，首創此說。他對生物的起源非常感興趣，但是對當時“腐肉能生蛆”的自然發生說深感懷疑。為證實蛆不能在腐肉中形成，他做了一個實驗。他把蛇、魚、鰻和牛肉分別放在四個廣口瓶中，讓瓶口敞開，另外裝備同樣的四個瓶，瓶口則密封起來。不久，在開口的瓶中有蒼蠅進出，而腐肉都生了許多蛆；但是密封的瓶中，雖經歷了許多天，仍沒有蛆和蠅，由此實驗所得的結果，他證明死動物的腐肉不能自然生蛆，而經過蠅產卵的肉，才有蛆的存在。他提出「除了最初在地球上可以有動植物自然形成外，其他所有的生物都是由上代的生物生殖形成，不能自然發生」。此後並有若干其他學者屢次加以證實。



(A)

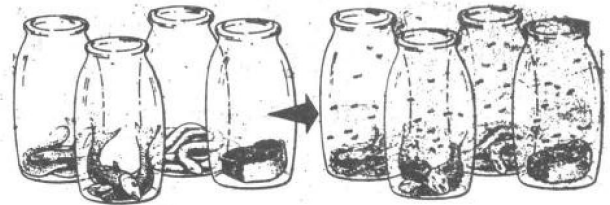


(B)

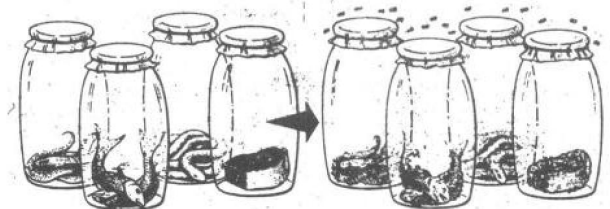
■ 1-4 (A)十三世紀時，人們相信鵝是由樅樹葉落入海水變成的；(B)羊是由瓜樣的果實變成的。



■ 1-5 表示絨氈羊係生長自植物的莖端。



(A)



(B)

■ 1-6 雷迪的實驗—自然發生說的實驗：(A)雷迪準備了四個盛肉的廣口瓶，讓蠅自由進出，結果腐肉生蛆。(B)另外同樣的四個廣口瓶，蒙上一層細網，卻不生蛆。

但自從顯微鏡發明後，看到了許多微生物；有人認為較大的生物雖然不能自然發生，但微生物可以在乾草浸液內自然產生。

喬伯羅 (Louis Joblot, 1645-1723) 爲了駁

斥無生源論者認為乾草與水能產生原生動物的理論，他於1711年以簡單的實驗來證明。他把乾草在水裡煮沸了半小時，然後把乾草液注入大小相同的兩個瓶裏，其中一個瓶子在液汁未冷卻以前就用羊皮紙封住瓶口，而另一個讓瓶口開著。幾天之後，在開著口的瓶子裏有了生物的出現，而封口瓶中却沒有。因此他獲得下列結論：在此實驗中，與空氣隔絕的瓶中沒有生物出現，而開口與空氣接觸的瓶中却有；假如生物是由乾草液汁自然發生的，它們應當在兩個瓶子都有生物；但結果不是如此。（圖1-7）

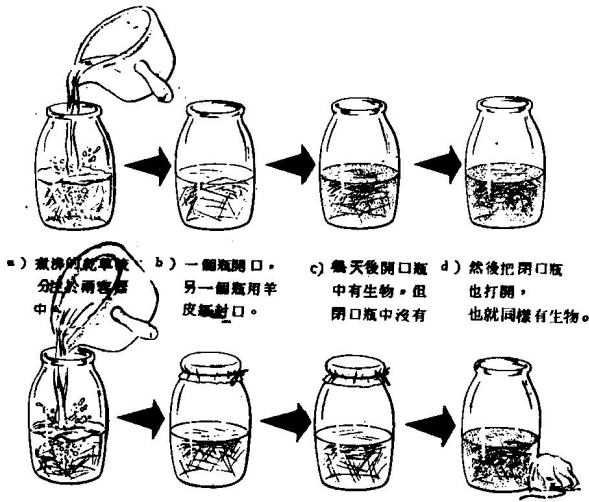


圖1-7 喬伯羅的實驗。

喬伯羅的實驗並沒有使這個爭論的問題結束，此後一百五十年間，屢次有人做出相反的結論。

法國生物學者巴斯德 (Louis Pasteur, 1822-1895) 亦認為乾草浸液中的生物是來自空氣中的孢子。當時法國另一科學家蒲歇 (F.A. Pouchet, 1800-1872) 則極力主張自然發生說，認為乾草浸液接觸了無孢子的空氣也可產生微生物。法國國家科學院為了解決這個問題，訂定一個可供試驗的原則，令二人各作實驗，以資比較：原則是取得沒有經過物理和化學變化的空氣，證明這空氣不會引起浸液中產生生物。

早在這次作比較實驗以前，巴斯德設想高山上的空氣可能比較清潔，不可能含有灰塵與孢子。為了證明這個假設，他用酵母菌與糖製成浸液，裝在若干燒瓶內。每瓶只裝小半瓶，留下空間以容納空氣。各瓶煮沸二分鐘，趁熱的時候就將瓶口用火燒封，然後運至阿爾卑斯

山的最高峰白峰 (Mont Blanc) 附近，將各瓶的瓶口打開，曝露在空氣中若干時間後再封起來，運回他的實驗室，結果在20瓶中只有一瓶產生微生物。這些瓶子至今仍陳列在巴黎的巴斯德學院，經過了百年，瓶內仍無生物 (圖1-9)。



圖1-8 巴斯德在他的實驗室裡，圖示這位偉大的法國生物學家在考察一個有生物而混濁的瓶子。在他的左手中S型彎頸瓶的是澄清而沒有生物。

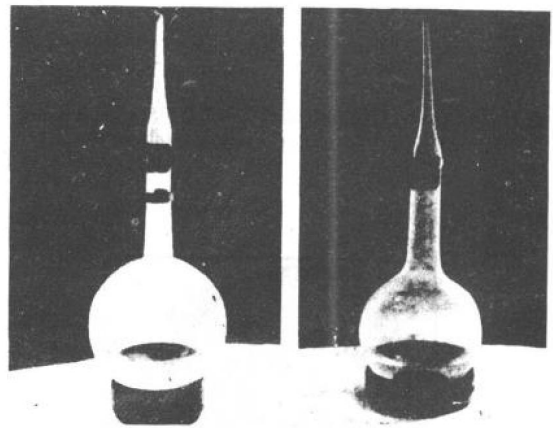


圖1-9 今日仍保存著的巴斯德當年作實驗的兩個封口浸液瓶。

這次作比較實驗，他裝了60瓶的浸液，其中56瓶煮沸二分鐘，趁熱封口，然後分成三組，分別放到不同的地方，打開瓶口，又再封好。三天後，他發現每組都

有一部份出現微生物。但在室內開封口的，由於空氣內孢子數少，產生的微生物亦數少；顯然微生物的出現與空氣的清潔程度有關。

最主要的證明是來自他的另一個實驗。他把四個玻璃瓶的瓶口用火燒成S形彎管（如圖1-10），然後煮沸瓶內液。蒸氣自S形彎管噴出，將管內及瓶內生物完全殺死。管口繼續開放，不再封閉。隨空氣進入瓶內的灰塵與孢子在通過彎管時停留在管壁不能進入瓶內，因此入瓶空氣完全清潔，瓶內永遠不產生微生物。蒲歇則知難而退，未作實驗。從此生源論成爲定論。

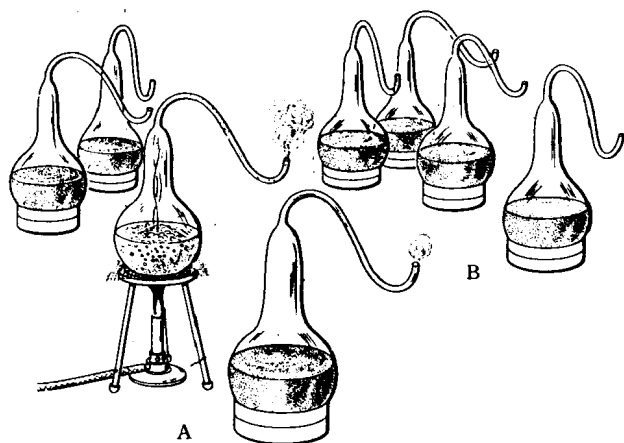


圖1-10 巴斯德S型頸瓶實驗：(A)巴斯德在S型頸瓶中煮沸酵母菌液；(B)他讓所有的瓶口開著，而空氣中的灰塵和孢子不能進入瓶中。

IV 宇宙生源說 (Theory of Cosmozoa)

現今的一切生物固然已經證明，確是由同種的生物所產生，不能自然發生。但地球上第一個生物從何而來？

若干學者認爲地球上的生命係來自別的星球。

最初，底蒙立佛 (de Montlivault) 認爲胚種 (germs) 係來自月球火山的噴出物。

1871年，凱爾文 (Lord Kelvin) 認爲兩個星體 (celestial bodies) 以每秒鐘三十公里的速度相遇時，其碰撞力之劇烈，足以產生無數碎片，拋入太空中，此種碎片可攜帶着胚種降落在其他星體上。

德國醫師黎希德氏 (H. E. Richter) 認爲胚種是遍布於宇宙內，可藉隕石攜帶到地球。他曾在隕石上發現碳素，腐植土及含有石油的物質而作如此的假說。他認爲隕石進入地球的大氣後，因摩擦而生的熱不足以損壞此類物質，故胚種亦得以保存。

1969年，美國太空船阿波羅十一號 (Apollo 11) 自月球携回五十公斤土壤，經過五百多位科學的分析與研究，大家認爲月球土壤中沒有胺酸，嘌呤 (purines)，嘧啶 (pyrimidine) 和紫質 (porphyrins) 等物質存在，認爲月球沒有生命存在，亦不會有生命出現過。

固然，月球上沒有生命，不足以說明其它星體上也不可能沒有生命。不妨假定其它星體上有生物；但通過太空傳到地球上則恐怕沒有可能性。因爲太空內要遇到高熱、極低溫、及各種放射線。這些因素都要使生物死亡。如果附在隕石上墮入地球的氣圈，隕石因與大氣摩擦而發生高熱，以致於發光 (如流星)，所附的生物必已燒成灰燼。縱使真的能夠到達地球，也不過把問題推到其他星球上去。而生物的真正起源仍未解答。

V 化學演化說 (Theory of Chemical Evolution)

在地球演化的歷史過程中，地面的化學成分自原始狀態轉變爲化合物，由此發展而成有機體。此種學說謂之化學演化說，也叫理化生源說。

此學說爲科學家卡耳文 (M. Calvin)，荷頓 (J. B. S. Haldane) 和奧柏林 (A. I. Oparin) 等所倡議。並有無數實驗證據證實。此種學說，爲今日科學界唯一能接受的有關生命起源的學說。

此學說認爲在遠古的地球上，無機物質可藉化學方法，即非生物的合成 (abiogenic synthesis) 組成有機分子，這些有機分子漸變複雜，並增加數目。其中一部分且能複製，最後演變到某種程度，一個有生命的構造遂告出現。根據這種假說，生命的發展可分爲三個階段，第一階段，在還原性的大氣中，由少數種類的原子合成簡單的分，再形成低分子量的有機化合物；第二階段，這些有機物積聚在地球表面所形成的水池，湖泊或原始海洋內，並聚合成巨分子 (macromolecules)，後者具有催化性質 (catalytic properties)；第三階段，巨分子與低分子量化合物組成有生命的構造，並具有自催的生殖 (autocatalytic reproduction)。

如圖1-11所示，大約在四十八億年前，地球剛形成不久，原始大氣中含有水蒸氣，氨，甲烷和氫等，大氣中的無機化合物與元素受紫外線，閃電及熱的作用，結合成最初的有機化合物，這些有機化合物積聚在原始的海洋，而形成能自我複製及代謝的原始生物。