

現代國民基本知識叢書

第七輯

生物學

(四)

教育部世界名著譯述委員會 主編

維 萊 著

賀 張 金 個 銓 譯



中華文化出版事業社出版

生物學

(四)

目次

第三十一章 遺傳學

286. Mendel氏第二法則	611
287. 基因之相互作用	613
輔助基因	614
附加基因	616
288. 複對基因	617
289. 複對對偶基因	620
290. 致死基因	622
291. 性別之決定	623
292. 性聯形質	624
293. 性改變形質	6 5
294. 聯鎖與交換	626
295. 基因之顯現率與表現度	629
296. 近親交配與遠親交配	629
297. 族羣遺傳學	631
298. 生物化學遺傳學	633
基因之化學性質	633
基因數目與大小之估計	634
基因之改變：突變	634
基因作用	635
問題	638

補充讀物.....	640
-----------	-----

第三十二章 人類之遺傳

299. 人類之系譜.....	641
300. 體貌形質之遺傳.....	642
301. 遺傳性與環境.....	646
302. 精神病之遺傳.....	648
303. 一般才能與天才之遺傳.....	649
304. 優生學.....	651
問題.....	654
補充讀物.....	655

第七篇 演化論

第三十三章 演化之原理與學說

305. 有機演化.....	657
Jean Baptiste de Lamarck 氏.....	659
種源論之時代背景.....	660
306. 自然淘汰說.....	661
307. 自然淘汰說之現代修正.....	662
誘發變異及突變.....	662
隔離.....	662
308. 基因之偏差.....	664
309. 先機適應.....	665
310. 突變：構成演化之物質基礎.....	666
de Vries 氏之突變說.....	666
突變之種類.....	668
突變之原因.....	668

311.	直線演化	669
312.	雜種之起源	670
313.	生命之起源	671
314.	演化之原理	674
	問題	675
	補充讀物	676

第三十四章 演化論之化石證據

315.	古生物學	677
316.	地質年代表	679
317.	地質之各代	680
	玄古代	680
	原生代	680
	古生代	680
	中生代 (爬蟲時代)	685
	新生代 (哺乳類時代)	695
	問題	700
	補充讀物	701

第三十五章 演化論之生物證據

318.	分類學上之證據	702
319.	解剖學上之證據	703
	同源器官	703
	痕跡器官	703
320.	比較生理學與生物化學上之證據	704
321.	胚胎學上之證據	705
322.	遺傳學上之證據	708

323. 生物地理分佈上之證據	709
生物地理之分區	711
問題	712
補充讀物	713

第三十六章 人類之演化

324. 人及其他靈長類	714
325. 靈長類之化石	720
326. 人猿	721
327. 猿人之化石	722
爪哇人	722
北京人	723
辟爾當人	724
328. 人屬之化石類	726
海得堡人	726
尼安德塔爾人	726
索羅人	727
羅迪西亞人	727
現代人	728
329. 文化之演進	731
330. 現代人類之種族	733
白種人	735
黑種人	736
蒙古人	737
問題	739
補充讀物	739

第八篇 生態學

第三十七章 生態學之原理

331. 限制植物與動物分佈之因子.....	741
332. 食物鏈.....	743
333. 族羣及其特徵.....	745
334. 族羣之週期變化.....	749
335. 生物之羣落.....	751
336. 羣落之消長.....	752
337. 生態學原理之應用.....	754
問題.....	757
補充讀物.....	757

第三十八章 演化之結果：適應

338. 適應之輻射散佈.....	758
339. 趨同性之演化.....	759
340. 構造上之適應.....	759
341. 生理上之適應.....	760
342. 顏色上之適應.....	761
343. 物種間之適應.....	763
344. 陸地生命區：生物相.....	764
北極平原.....	766
北部針葉森林.....	766
溫帶落葉森林.....	767
闊葉常綠亞熱帶森林.....	767
草原.....	767

	沙漠區.....	768
	熱帶雨森林.....	768
345.	海洋生命區.....	769
346.	淡水生命區.....	771
347.	自然界之動態平衡.....	772
	問題.....	772
	補充讀物.....	772

附 錄

植物界與動物界之縱覽

參考書目

索 引

第三十一章

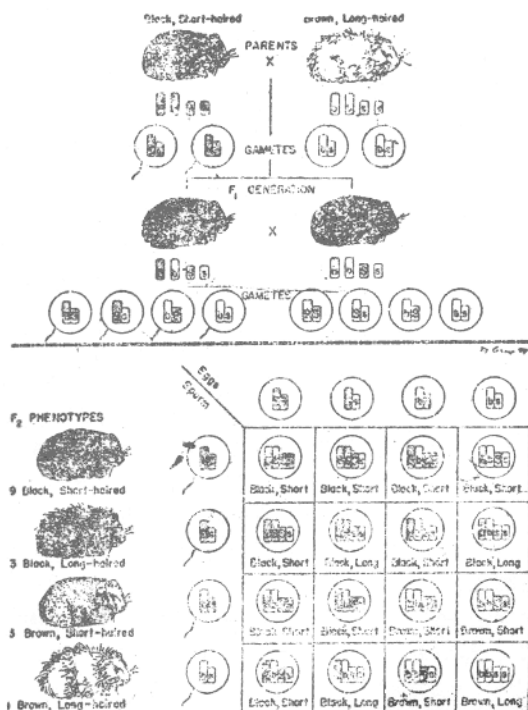
遺傳學

286. Mendel氏第二法則

前章所討論之交配類型，僅係就一對基因而考慮者，稱為單性雜交 (monohybrid cross)。為簡易起見，研究遺傳學以此種單性雜交開始為佳，但對遺傳學家而言，常必需同時考慮二對、三對、甚至更多對基因之遺傳。此種雜交稱為雙性雜交 (dihybrid cross)、三性雜交 (trihybrid cross) 等，餘此類推。二種或二種以上形質不同之個體交配，亦遵循與單性雜交同一之法則，惟因其具多數之配子類型，各種不同受精卵之數目亦隨之增大。

若二對基因存在於不同之染色體 (非同型染色體)，每一對基因與他一對基因各自獨立遺傳；換言之，每一對基因在減數分裂時不受他一對基因之影響而分離。關於書寫兩對基因同時考慮之個體之遺傳式方面，每一種基因當寫二個符號。因此，一黑色、短毛之天竺鼠其符號為 BBSS (短毛對長毛為顯性)，而一褐色、長毛之天竺鼠其符號為 bbss。BBSS 天竺鼠之配子悉為 BS。而 bbss 之配子則悉為 bs。今假定 B—b 基因位於一棒狀染色體上，而 S—s 基因位於一鉤狀之染色體上。在減數分裂時，各同型染色體先行聯會，繼之分離，以致每一配子僅得每種基因之一個。因二親體為同型結合，故每一親體所產生之一切配子，盡屬相同。因此，所有子代皆為 BbSs，毛之顏色及毛之長度均屬異型結合，是以所有子代之外表型均為黑色短毛者。

F₁ 之每一個體產生四種，數目均等之配子——BS、Bs、bS、及 bs——，是以兩兩交配，F₂ 代可能有十六種結合 (見圖266之棋盤)。將其結合數加算之，則有九個黑短：三個黑長：三個褐短：一個褐長。此 9 : 3 : 3 : 1 之比為二個體其二種不同形質之基因，位於非同型染色體上雜交所產生之第二代之特徵。切記此比例為或然率，意謂任一子代有 9/16 之機會為黑色短毛者，而為褐色長毛者僅有 1/16 之



- 註字：黑色短毛：Black, short-haired
 親代：Parents 褐色長毛：Brown, long-haired
 配子：Gametes
 子代：Generation
 配子：Gametes
 外表型：Phenotypes
 9 黑色短毛
 3 黑色長毛
 3 褐色短毛
 1 褐色長毛
- 說明：黑色短毛天竺鼠與褐色長毛天竺鼠雜交，證明自由分配之圖解。

圖 206

精子	卵			
	黑短	黑短	黑短	黑短
	黑短	黑長	黑短	黑長
	黑短	黑短	褐短	褐短
	黑短	黑長	褐短	褐長

機會。此種理論上之比例須經極多次雜交，所得之結果始能與其大致相符。此一比例說明Mendel氏第二法則——自由分離法則 (Law of Independent Segregation)，謂一對基因在減數分裂過程中與另一對基因各自獨立分離，並終將自由分配於所產生之配子中。

三對不同基因之問題亦依相同方式而得解決之。三性雜交中，三對不同異型結合之基因必然形成八種數目相等之配子，此等配子之結合在 F_2 代可能產生六十四種受精卵。就豌豆而言，黃色種子(Y)對綠色(y)之顯性，光滑種子(S)為皺縮(s)為顯性，及高株(T)對矮株(t)為顯性。同型結合之黃滑高豌豆(YY SS TT)與一同型結合之綠皺矮豌豆(yy ss tt)雜交產生之子代，悉為黃滑高者(YySsTt)。若二 F_1 株交配，則 F_2 產生27黃滑高：9黃滑矮：9黃皺高：9綠滑高：3黃皺矮：3綠皺高：3綠滑矮：1綠皺矮之比率。試計算「棋盤」以證實之。

287. 基因之相互作用

至此為止所討論之基因與形質之關聯，單純而顯明：每一種基因產生一種形質。然而，據用許多種動物及植物所做之遺傳研究，顯示基因與形質之關聯十分複雜。數對基因可相互作用而影響一種形質之產生；此一對基因可抑制或完全改變另一對基因之效應；或某一基因因環境以某種方式改變時，而產生不同之效應。基因為遺傳之單位，但可以某種複雜之方式相互作用而產生形質。研究基因與形質之關係之科學，稱為生理遺傳學 (physiological genetics)，該門科學當前正在積極研究發展中。

雞類雞冠之遺傳為基因相互作用例證中較簡單之一種。前此已提及產生玫瑰冠之基因(R)對產生單冠之基因(r)為顯性。另有一對基因支配豆冠(P)對單冠(p)之遺傳。因此，單冠雞之基因型必為pprr；豆冠者非為PPrr即為Pprr；而玫瑰冠者非為ppRR即為ppRr (圖267)。研究者發現當一同型結合之豆冠雞與一同型結合之玫瑰冠者交配，其子代既不具豆冠亦不具玫瑰冠，而係產生一完



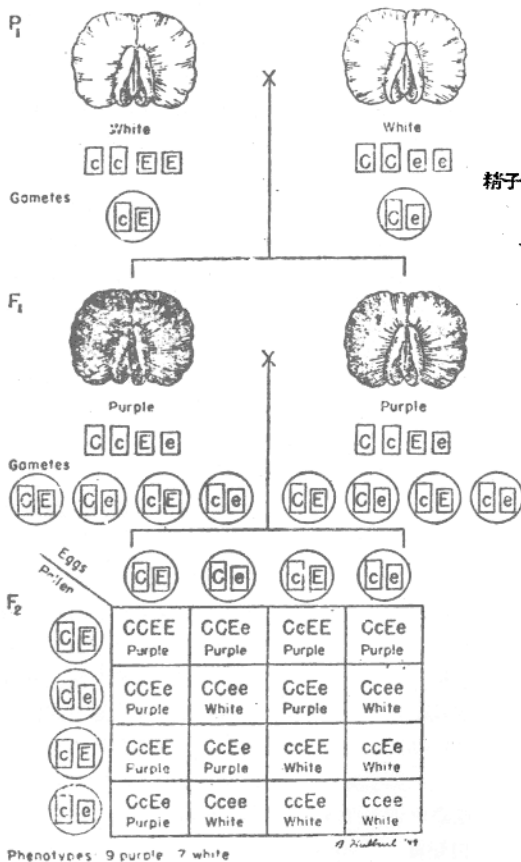
圖 267

說明：示由基因決定雞冠之型式。1.5.及6.單冠；2.及3.豆冠；4.及8.玫瑰冠；7.V字形冠；9.草莓冠。(United States Department of Agriculture 特許轉載)

全不同型式之雞冠曰胡桃冠。因此，每逢具有一個或二個R 基因加上一個或二個P 基因，悉產生胡桃冠雞，而凡基因型為 PPRR、Pp RR、PP Rr、及Pp Rr 之雞其外表型概為胡桃冠者。當二異型結合之胡桃冠雞交配時，其所產生子代之比例為 9 胡桃冠：3 玫瑰豆：3 豆冠：1 單冠。試劃出棋盤以證明此比率。

輔助基因 (Complementary Genes)： 二對獨立之基因互相關聯，除非二者同時存在，否則單一基因不能產生其顯性效應。此等基因稱為

THE MECHANISM OF HEREDITY



1. 註字：

白色：white
配子：Gametes
紫色：Purple
配子：Gametes
白色：White
紫色：Purple

精子 卵

紫色	紫色	紫色	紫色
紫色	白色	紫色	白色
紫色	紫色	白色	白色
紫色	白色	白色	白色

外表型：9紫色：
7 白色： Phenot-
ypes 9 purple
7 white.

2. 說明：證明輔助基
因作用之雜交圖解。
。香豌豆之花色受
兩對基因支配，注
意該種植物至少必
具一個C及一個E
，始為紫色花。

輔助基因 (complementary genes)：一種基因之作用輔助另一種基因之作用而產生外表型。二顯性同時存在產生一種形質；二者擇一之形質因任一種顯性或兩者俱不存在時始產生之。Bateson 與 Punnett 二氏在培養香豌豆之育種實驗過程中，發現二株白花種系雜交所產生之子代悉生紫花，而大感驚愕！使二株 F_1 雜交則產生之 F_2 代為9紫：7白之比（圖268）。此種情形經被證明包含二對基因：一種基因（C）控制產生白色原料過程中之某一主要步驟，而第二種基因（E）所產生之一種酵素可使此種白色原料造成紫色素。同型結合之隱性cc不能合成此類原料，而且同型結合之隱性ee缺乏使此原料轉變成紫色素之酵素。就此一雜交而言，該白香豌豆之一，缺少此原料基因，其基因型為ccEE；另一種系則缺乏酵素基因，其基因型為CCee。ccEE與CCee交配所產生之 F_1 代悉數為CcEe——外表型為紫色——因原料基因及酵素基因二者同時存在。若此 F_1 紫花株交配，在 F_2 代所出現之紫株及白株成9：7之比。十六分之九至少具一C及一E者為紫色；十六分之七非缺C即缺E（或二者皆無之），故為白色。此9：7之比率為輔助基因雜交所產生 F_2 代之特徵。紫花香豌豆純種系可藉選擇二CC EE株交配而得之。

附加基因 (Supplementary Genes)：遺傳基因之間另一種不同之相互關聯可藉附加基因(supplementary genes)而證明之。附加基因為二對獨立之基因，其相互作用之方式為：一顯性不論另一顯性存在與否概能產生其效應，但第二顯性僅當第一顯性存在時始能產生其效應。天竺鼠毛色之遺傳為附加基因之實例。除前所提及之黑毛基因B及褐毛基因b外，尚有C基因，產生一種酵素，將無色之先質轉變成黑色素(melanin)，因此其為產生任何色素所必需。同型結合之隱性cc，缺乏此酵素，無黑色素產生，故此動物不論B及b之結合為何，概為白毛、紅眼之白變種(albino)。因此，使一基因型ccBB之白變種與一褐色天竺鼠CCbb交配，將產生悉數為黑色之 F_1 代，其基因型為CcBb，若此等個體雜交，其子裔將成9黑：3褐：4白變種

• 試劃一棋盤以證明此種比率。此 9 : 3 : 4 之比為附加基因雜交所產生 F_2 代之特徵。顏色基因 (C) 不論 B-b 基因為任何一種，均將產生其效應，但 B 或 b 基因僅當至少有一 C 存在時，始能產生其效應。

輔助基因與附加基因二者可能包含於一次雜交中。例如，玉蜀黍之紅穀粒必需 C 及 R 基因，缺少任一種基因均將產生白穀粒。因此其為輔助基因。此外，尚有一產生紫穀粒之 P 基因，但僅當 C 及 R 同時存在時，始能顯現之。所以，其為另二對基因之附加基因。

進一步討論基因相互作用之複雜性，非屬本書之範圍。前所提出之問題均為遺傳學家所研究之最簡單者，大多數形質係受許多基因支配，此等基因彼此間及與環境間相互作用而產生終極之基因型。此等相互作用之雜亂給予遺傳學家許多棘手之問題。哈佛大學之 W.E. Castle 氏曾發現兔僅在產生毛色方面，即至少有十二對基因以各種方式相互作用。許多研究果蠅之遺傳學家已發現有 100 餘種基因與眼之顏色及形狀有關。

288. 複對基因

人體有許多特徵諸如高度、體型、智力及膚色等，以及許多有商業價值之形質諸如牝牛之產乳量、母雞之產卵量、果實之大小等，均不能歸入明顯之交替組中，並且非由單對之基因遺傳。有數種甚或多種不同對數之基因影響同一種形質。複對基因 (multiple factors) 一詞乃指以同一方式及附加作用而影響同一形質之二對或二對以上之獨立基因而言。Davenport 氏在牙買加 (Jamaica) 就人類之膚色遺傳而研究之，該處無「黑白人種之界限」，黑人與白人可自由聯姻，而不受約束。氏發現膚色包含二對基因，彼稱之為 A-a 及 B-b。大寫字母代表產生黑皮膚之基因——大寫字母愈多，皮膚愈黑。質言之，基因以附加之方式影響該形質。純種黑人具四個顯性基因 AABB (當然此基因為不完全顯性)，而白種人則具四個隱性基因 aabb。aabb 與 AABB 婚配所生之 F_1 代，悉為 AaBb，具中間之膚色 (黑白混血兒

）。若二黑白混血兒婚配，其後代則產生種種不同之膚色，由似親代之純黑以至親代之純白（第十表）。複對基因雜交之特徵為 F_1 代產生親代之居間形質，殆不顯現變異，而 F_2 代則顯出介於二親體類型之間之種種變異，惟居間型者佔大多數，而僅有少數為祖代之白或黑。在AaBb與AaBb婚配所得之十六種可能結合之受精卵中，僅有一種（AABB）黑膚色可與祖代黑人相同，亦僅有一種（aabb）之白膚色可與祖代白人相同。因基因A及B約產生同量之皮膚黑色素，故基因型為AaBb、AAbb及aaBB均產生同樣之外表型——黑白混血兒。某一黑白混血兒之基因型祇有觀察其子女而得確定之。

第十表 人類膚色複對基因之遺傳

親代.....AaBb (混血兒)	×	AaBb (混血兒)
配子.....AB, Ab, aB, ab		AB, Ab, aB, ab
子代：具4顯性基因——AABB——者1，外表型為黑色。		
具3顯性基因——2AaBB及2AABb——者4，外表型為「淺黑色」。		
具2顯性基因——4AaBb, 1AAbb, 1aaBB——者6，外表型為「黃褐色」。		
具1顯性基因——2Aabb, 2aaBb——者4，外表型為「淡褐色」。		
不具顯性基因——aabb——者1，外表型為白色。		

人類之膚色因其僅包含二對基因，故為複對基因遺傳之較簡單之實例。人體之高度為甚複雜之複對基因組所遺傳，可能包含十對或十對以上之基因。因為高對矮為隱性，基因型中大寫字母愈多，該個體則愈矮。此外，因為其包含許多對基因，以及因為身高受環境因素而改變，故吾人不能具有二者擇一之形質——矮對高，甚或矮、中等及高身材——，而係有自55吋至84吋之每一種高度之人。若任意測量一千個美國成人之高度，則將發現普通高度佔多數——或為68吋——，而僅有少數高達80吋，或矮至55吋者。以圖表表示之，將每一高度之人數對以吋表示之高度，在圖表中標出其位置，次將各點引線連接，結果為一鐘形之曲線，曰「常態曲線」或稱常態分配曲線（圖269）。

1. 註字：每一高度之
人數：Number
of men of each
height 1083成人
之高度（吋）：
Height in inches
of 1083 adult
men

2. 說明：1083成年之
白種男人身高之常
態曲線。格內表示
在單位高度範圍內
之實際人數；例如
，身高介於67與68
吋之間者有163人
。此常態曲線係依
據實際資料之平均
及標準偏差而繪出
者。

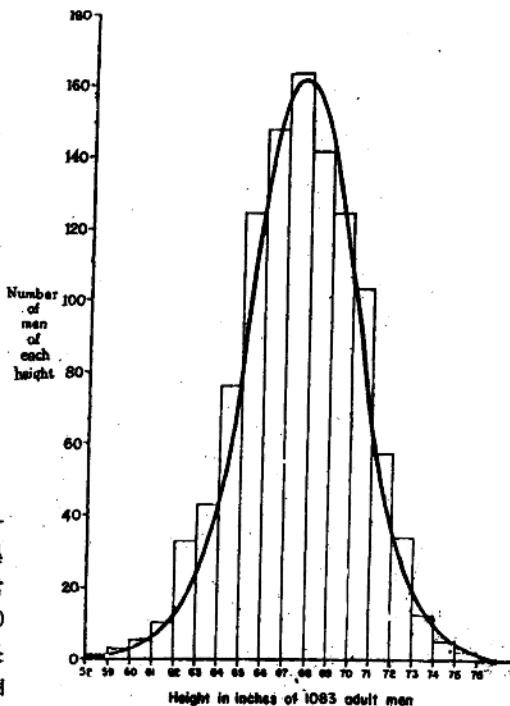


圖 269

一切生物均各
個相殊，而其變異
性通常均合於此常
態曲線。試量1,0
00個同種海貝之長
度，或數1,000個
玉蜀黍穗粒之數
目，或計算1,000

窩每窩豬之數量，或秤1,000個雞蛋之重量，學者將在各例之中皆得
到此常態曲線。產生此種分配上之變異或由於遺傳上之相異，或由於
環境之不同，或由於二者共同之作用。商業上之育種者欲繁殖產乳最
多之牡牛，或排卵量多之母雞，或欲使玉蜀黍穗結更多之穀粒，正在
從事複對基因之研究。彼等藉選擇接近所求基因型之個體并令其交配

，而逐漸產生具商業價值之純種；換言之，育種者選擇某一形質全為顯性（或隱性）基因之同型結合之種系。選種之有效性顯然有一限度。某一形質所包含之所有基因既已為同型結合，進一步選種遂不能增加更有價值之品質矣。

若干形質之遺傳為單對基因所支配，此對基因決定該形質之有無，而若干複對基因則決定該形質之程度。就已試驗之大部分動物而言，毛皮上斑點之有無乃為一對基因所決定。使斑點出現之基因(s)對純色基因(S)為隱性。不同種類之動物其斑點之大小及分佈各殊。藉選種法則可能產生多斑點或少斑點之個體，此顯示斑點數量之多寡係與遺傳基因有關，而非為出生前之環境所左右。此種遺傳之型式為複對基因之特徵： F_1 為二親體之居間型； F_2 之外表型不定，有者具許多斑點，有者則斑點稀疏，一如其祖代。限制基因(modifying factors)乃指影響另一基因表現程度之複對基因而言。此類基因已知之例證頗多。

289. 複對對偶基因

前所討論者僅為基因成對存在，一為顯性，另一為隱性。惟有許多基因具一個以上之對偶基因；除一顯性及一隱性基因外，尚有至少一個或多個中間基因組成一系列。複對對偶基因(multiple allele)為在單一基因位上至少有三個基因，產生不同之基因型。複對對偶基因之遺傳方式為物種之某一個體接受任何二個基因；但決不多於二個。例如，兔有C基因使毛有色，而同型結合之隱性(cc)則使毛成白色。在同一基因位上尚有二個基因 C^h 及 C^{oh} 以對立方式遺傳之。當 C^h 基因同型結合時，產生「Himalayan」型之兔，身體全為白色，但兩耳、鼻、尾及兩腿等部之尖端則有顏色。 C^{oh} 基因同型結合時，產生「Chinchilla」型；遍體為淺灰色。此等基因可被排成一系列——C, C^{oh} , C^h , c——每個基因依次對其後列基因為顯性，亦即每個基因依次對其前列基因為隱性。由此， $C^h c$ 產生「Himalayan」型之外表型。其他複對對偶基因之系列其基因或為不完全顯性，以致異型結合之個