

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

動物之呼吸

(上)

小久保清治著

舒貽上譯

商務印書館發行



動物之呼吸  
(上)

小久保清治著  
舒貽上譯

自然科學小學叢書

# 動物之呼吸

(下)

小久保清治著

舒貼上譯

自然科學小學叢書

編主五雲王  
庫文有萬  
種百七集二第  
吸呼之物動  
冊二  
究必印翻有所權版

中華民國二十四年三月初版

原著者 小久保清治

譯述者 舒貽上

發行人 王雲五  
上海河南路

印刷所 商務印書館  
上海河南路

發行所 商務印書館  
上海及各埠

華

• C 四一三

萬有文庫

第二集七百種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

# 目次

## 第一章 呼吸作用 ..... 一

### 第一節 呼吸作用之意義 ..... 一

### 第二節 研究呼吸之歷史 ..... 二

## 第二章 呼吸與氣體 ..... 一五

### 第一節 以爲呼吸物質之水 ..... 一六

#### 一 水中之氧 ..... 二〇

#### 二 水中之碳酸氣 ..... 二六

|     |                |    |
|-----|----------------|----|
| 第二節 | 以爲呼吸物質之空氣····· | 三四 |
|-----|----------------|----|

|     |                |    |
|-----|----------------|----|
| 第三章 | 關於呼吸生理之研究····· | 三六 |
|-----|----------------|----|

|     |                |    |
|-----|----------------|----|
| 第一節 | 研究氣體代謝之方法····· | 三七 |
|-----|----------------|----|

|   |               |    |
|---|---------------|----|
| 一 | 密閉式測定呼吸法····· | 四〇 |
|---|---------------|----|

|   |               |    |
|---|---------------|----|
| 二 | 流通式測定呼吸法····· | 六〇 |
|---|---------------|----|

|     |                |    |
|-----|----------------|----|
| 第二節 | 研究呼吸機構之方法····· | 六五 |
|-----|----------------|----|

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 第四章 | 動物之呼吸····· | 六七 |
|-----|------------|----|

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 第一節 | 呼吸法之進化····· | 六七 |
|-----|-------------|----|

|     |                    |    |
|-----|--------------------|----|
| 第二節 | 各種動物之呼吸器官及其功用····· | 七二 |
|-----|--------------------|----|

|   |           |    |
|---|-----------|----|
| 一 | 原生動物····· | 七二 |
|---|-----------|----|

|                   |    |
|-------------------|----|
| 二 海綿動物及腔腸動物 ..... | 七三 |
|-------------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| 三 棘皮動物 ..... | 七七 |
|--------------|----|

|                      |    |
|----------------------|----|
| 四 扁蟲類及圓蟲類之呼吸器官 ..... | 八四 |
|----------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 五 環蟲類之呼吸器官 ..... | 八五 |
|------------------|----|

|                   |    |
|-------------------|----|
| 六 軟體動物之呼吸器官 ..... | 八九 |
|-------------------|----|

|                   |    |
|-------------------|----|
| 七 節足動物之呼吸器官 ..... | 九六 |
|-------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 子 甲殼類之呼吸器官 ..... | 九六 |
|------------------|----|

|                  |     |
|------------------|-----|
| 丑 貝蟲類之呼吸器官 ..... | 一〇二 |
|------------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 八 魚類之呼吸器官 ..... | 一〇八 |
|-----------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第五章 呼吸與血液 ..... | 一一一 |
|-----------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 第一節 呼吸色素 ..... | 一二一 |
|----------------|-----|

動物之呼吸

四

|            |     |
|------------|-----|
| 一 血色素····· | 一二三 |
|------------|-----|

|            |     |
|------------|-----|
| 二 血綠素····· | 一二三 |
|------------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| 三 氯化血餅質····· | 一二五 |
|--------------|-----|

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第二節 血液之輸氧作用····· | 一二六 |
|------------------|-----|

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第三節 呼吸物質中氧之張力與動物體內氧之消耗····· | 一三七 |
|-----------------------------|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第四節 血液輸送碳酸氣之作用····· | 一四一 |
|---------------------|-----|

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第五節 血液或體液之 $P_{H}$ 變化及其意義····· | 一四五 |
|--------------------------------|-----|

|               |     |
|---------------|-----|
| 第六章 呼吸係數····· | 一五五 |
|---------------|-----|

|               |     |
|---------------|-----|
| 第七章 無氣呼吸····· | 一六三 |
|---------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 第八章 呼吸之調節····· | 一七〇 |
|----------------|-----|

|                  |     |
|------------------|-----|
| 一 血液所行之調節作用..... | 一七四 |
|------------------|-----|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 二 因神經作用而起之調節..... | 一七八 |
|-------------------|-----|

|               |     |
|---------------|-----|
| 甲 迷走神經作用..... | 一七八 |
|---------------|-----|

|                  |     |
|------------------|-----|
| 乙 起自腦中高位之衝動..... | 一七九 |
|------------------|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第九章 呼吸與動物之適應環境..... | 一八三 |
|---------------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 一 肺通氣量之增加..... | 一八四 |
|----------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 二 血色質濃度之增加..... | 一八四 |
|-----------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 三 肺毛細管中氧之分泌作用..... | 一八七 |
|--------------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第十章 范斯賴克式血液氣體分析器..... | 一九四 |
|-----------------------|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 一 范斯賴克血液氣體器之要領..... | 一九四 |
|---------------------|-----|

|               |     |
|---------------|-----|
| 二 試藥·····     | 一九六 |
| 三 器械之使用法····· | 一九七 |
| 四 再吸收係數·····  | 二〇二 |
| 五 C 補正·····   | 二〇三 |
| 六 氣體之分析·····  | 二〇四 |
| 參考書目·····     | 二〇六 |

# 動物之呼吸

## 第一章 呼吸作用

### 第一節 呼吸作用之意義

大凡生物恆自外界攝入氧氣，並將體內碳酸氣排出外界，於是消耗營養物質以生能量，謂之呼吸作用。當研究呼吸作用時，得從質與量分別考察生物體內所行物質代謝作用，固無論矣。就動物言，有必行顯著之呼吸運動，方可達此換氣之目的者。至若身體構造既經發達之高等動物，則其呼吸運動多因體內氣體之情況而起顯著之變化，足見二者之間恆有密切之關係存焉。因此之故，凡欲研究呼吸者，匪惟必先研究換氣作用，以明體內物質代謝之意義，且非研究所以換氣之呼吸

運動不爲功也。

試就多數動物之種種生理作用，加以考察，則呼吸爲最顯著之生活現象，彰彰明甚。例如人類抑或近乎人類之動物，藉令斷絕飲食至二三日之久，絕無招致危殆影響之虞，獨有呼吸則片刻不容停頓。就人類言，大致中止呼吸之時間苟逾一分有半者，致命之險象立見，甚至慣於水中呼吸之魚類，一經出水，呼吸卽生障礙，多有因而窒死於俄頃之間者。此等情形既屬顯而易見，故人類夙有關於呼吸之見解，嘗以呼吸之行止，爲生死之象徵焉。

## 第二節 研究呼吸之歷史

唯其有此關係，故所謂呼吸生理一門引起學者之注意，爲時特早；西歷紀元前三百年時，希臘之亞理士多德（Aristotle）關於動物之呼吸，早已有所發揮。氏於所著「動物學史」（Historia Animalium）中，嘗謂鯨與海豚雖生活於水中，然皆有肺，用以呼吸空氣，故與魚類軟體類，甲殼類等用鰓以呼吸水者截然有別。此種見解誠屬高明，顧其解釋呼吸現象之言論，却極幼稚，竟言呼吸

之行也不論所呼吸者爲氣抑爲水，至其目的則一，要在圖使血液化冷而已。雖然，當時學者關乎溫血動物與涼血動物之生理，知識尙極蒙昧，故亞氏所爲解釋或爲見信於當世之名論亦未可料。厥後有柳納多·達·尹西（Leonardo da Vinci, 1452—1512）其人者，出倡空氣能助火熱之說，謂火之燃燒必賴空氣相助，因而推知動物之生活亦非依賴空氣不可，假使置身於不能熱火之空氣中，動物自亦不能生活。既而至一六六六年時，又經波伊爾（Robert Boyle）氏應用其時業經發明之空氣唧筒，從事研究，結果竟憑實驗得以證明，凡百生物之生活莫不依賴空氣，下至蟲魚之屬，亦以空氣爲生活上不可須臾缺少之物云。未幾，復由麥若（J. Mayow, 1673）首先暗示呼吸與燃燒爲相似之現象。伯爾勞利（J. Bernoulli, 1690）前後又從而實驗之，因以發明水熱而沸之理，謂所騰起之氣泡實卽既經溶於水中之空氣，試取業經煮沸以致排盡所含空氣之水，養魚於其中，魚必不能生活；由是觀之，魚棲水中亦復時在呼吸，既溶於水之空氣也明矣。厥後既經研究實驗之結果，魚類呼吸水中空氣之理，始克見信於世焉。

雖然，在十八世紀中葉以前，迭經學者證明者不過關乎動物呼吸所以必需空氣之學理而已。

及至一七七四年時，始由普里斯特列 (J. G. Priestley) 發明氧氣一物，因而推想呼吸或有化學作用。又如空氣一經動物呼吸即成污濁，而植物呼吸反使空氣化為潔淨，此中學理亦經普氏首先發明；至一七七七年時，氏復發明魚類呼吸足使水中空氣化成污濁。既而幾經研究，卒至發見動物呼吸之所需厥為空氣中之某種成分，得由植物造成者，名之曰「精提空氣」(Dephlogisted air)，惟呼吸足以造出碳酸氣之事實尙未經發明耳。厥後又有拉佛哲 (A. L. Lavoisier, 1743—1794) 者出而注重化學上之氧化現象，因創氧氣 (Oxygen) 之名稱，用以改稱普里斯特列 (Priestley) 所發明之「精提空氣」(Dephlogisted air)。其時又有布拉克 (J. Black, 1755) 其人者，發明動物呼吸後所生氣體，與普通空氣全然不同，稱之曰「凝固空氣」(Fixed air)，惟拉佛哲 (Lavoisier) 獨具慧眼，知所謂「凝固空氣」者實即碳氣之氧化物，更就動物呼吸施以定量研究，從以闡明動物體溫，要不外乎物質既經氧化之結果，終乃主張「生命實即化學作用」之新說。

然拉佛哲 (Lavoisier) 所研究之動物，僅以哺乳類及鳥類為主，既而又經施帕蘭札尼 (L.

Spallanzani, 1729—1799) 另就其他各種動物，分別加以研究，下至涼血動物亦經涉獵殆遍，因而闡明呼吸乃普及凡百動物之現象，而吸收氧氣與夫排出碳酸氣之作用又爲一切動物所同具者。達維 (H. Davy) 專就魚之呼吸有所研究，席爾威斯特 (Sylvestre) 亦嘗研究魚類呼吸，報告水中所溶空氣業經證明，在魚類生活上實屬不可須臾缺少之物，且無時不爲魚類所消耗云。至若其時專門研究涼血動物之呼吸者，當推修謨波爾特及普洛文卡勒 (F. H. A. Humboldt and Provençal) 二人爲最著，一八〇九年時，嘗共同研究魚類，既經確實證明水中空氣與呼吸之關係，且曾報告另一重要發明，據稱水中空氣所含氧量反較普通空氣爲多，既而關於所吸收之氧氣與夫所排出之碳酸氣，又經測定其分量，終乃涉及呼吸係數 (respiratory quotient) 之問題。是外尚有列納德 (P. Regnard) 其人者，聲言嘗取一定分量之水，盛以嚴密封閉之器皿，置魚其中以測呼吸，詎料氧量始終不一，相差頗著，故其正確結果終不可得云。厥後格列漢特 (N. Grehant, 1886) 所新發明實驗魚類之方法，却於此一難點，有所改進，良以彼嘗設計使供呼吸之水循環流轉，俾魚恆處一定氣體條件之下，以資實驗故耳。繼之而起者，厥爲庫因誇德 (M. Quin-

guard) 嘗就多種魚類，實驗消耗氧氣之情形，據稱單位體重所需之氧量，無關乎魚之種類，寧視魚之大小而異，故小魚消耗之氧爲量特多，超過大魚所需之量甚遠云。

既而又經約利耶與列納德 (E. Jolyet and P. Regnard, 1876) 同就魚類呼吸生理，繼續努力研求，所知益富，首先改良歷來所用器械，俾有一定分量之空氣，流通水中，循環不絕，一方隨時補充既經消耗之氧氣，一方利用吸收藥品，藉以吸收同時發生之碳酸氣，竟能使魚恆保常態，以供實驗，較前巧便多矣。未幾，波尼阿勒 (J. P. Bounhiol, 1905) 始行比較研究，法先設定自由與拘束兩種狀態，依次置魚其中，以觀其變，據其實驗報告內稱，在拘束狀態中則見呼吸係數 (respiratory quotient) 增大云。研究既經如此與年俱進，而實驗方法亦復精益求精，洎夫曾支與克勞特 (N. Zunz and K. Knauth, 1900—1901) 之研究告成，關於魚類呼吸生理，研究乃克漸近完成之域，水中生物呼吸之研究實驗至是始劃一新紀元。以言此種研究，所包既廣，規模尤大，殆經涉及魚體代謝作用之全部，宜其精密結果至今猶爲多數學者所引證不置也。其時之研究猶不止此，巴格利翁 (S. Baglioni, 1907) 亦嘗設計，專就魚鰓所行呼吸，有所實驗，法將一魚置器械