

自然科學小叢書

燃燒素學說史

J. H. WHITE 著

黃素封 譯



商務印書館發



自然科學小叢書

燃燒素學說史

J. H. White 著
黃素封 譯

商務印書館發行

譯後附言

燃燒素學說史 (The History of the Philogiston Theory) 1 書，爲懷德氏 (John H.

White) 前年提出英國倫敦大學之「哲學博士論文」。內容所及，將燃燒素學說之發生，繁榮與頹廢，悉據歐洲各國當日之史實，究其因果，推得結論；其徵引之翔與考證之慎，隨處可見其苦心，誠化學史上一部名作也。一九三四年夏余受商務印書館周頌久（昌壽）先生之囑托，迺譯國語，以介紹於國人。時余方寄寓上海租界外之真如鎮，中午室內氣溫，恆達華氏百又六七度，復以久旱不雨，溪池皆涸，每日烹茶煮飯之水，皆由上海運來，洗滌沐浴，遂受限制。余於斗室中赤膊譯此書，豆大汗珠，流滿肩背，內子嘗竊笑曰，『文貴自然，勉強豈無疎忽？』不意於兩月之酷暑中幸告蕝事。原書所引文獻，多意義含混者，此乃半神話時代科學所常有之現象，本不足怪，但譯者於此，直譯則失之活剝生吞，字譯而文未譯，意譯則恐因詞害意，失其本來面目，而欲以簡鍊了當之筆墨達之，輒躊躇

再三，豈不難哉。殺青以後，自媿操觚末事，必多錯誤；回憶內子當日之警告，益覺難然；尙希海內賢達，予以指正，則幸甚矣。

本書成後，初蒙周先生列入萬有文庫二集，今於單行本付印之日，發現有四點須各附一言以說明者，茲分別述之於次：

一、譯本第一六四頁所舉之「柳樹實驗」，乃比利時醫學家豐·海蟒氏（Jean-Baptiste Van Helmont 1577-1644）利用柳樹生長所作之實驗也。海蟒生時，歐土學者皆奉亞力士多德之四元素及巴拉塞爾士（Paracelsus）之三元素學說爲至理，惟海蟒則信世間只有一種元素，而可以養育萬物，卽水是也。氏嘗植嫩柳一枝於花盆中，花盆所用之土，乾燥秤之，得重二百磅；柳枝重五磅。自是而後，歷五年之久，不加些微肥料，亦不讓灰塵落入盆中，僅澆以清潔之水。結果土重僅失二兩，而樹重則增至一百六十九磅又三兩；是柳樹之增重，海蟒認爲全山水而來，此科學史上之著名「柳樹實驗」也。

二、在本書第十章中，有『世人有謂化學爲一種法國科學，權輿於拉氏，此是大誤……』等

語，其他各章，亦屢見不鮮，頗足表示著者之民族偏見。蓋著者爲英國人，深不願將學術之優越地位，讓諸別國；故於字裏行間，重述英國對化學貢獻之偉大，以轉移讀者之見解；觀乎此，孰謂科學家無國界耶！

三、歐洲之四元素說與我國之五行說，皆爲古哲用以解釋宇宙變化之理想，其於醫藥學上之推理，幾於若合符節。惟歐人對於古說，代有演進，由四元素而三而二而一，最後將此不足置信之燃燒素學說，亦摒棄不之顧。百餘年來，其學其術，無往不有突飛孟晉之勢。獨我國則漫漫長夜，迄無旦時，言之興嘆。

四、本書之成，迄譯時嘗得同學姚柟鄭英平祖蔭諸兄及內子林潔之助，合誌一語，以表謝忱。

銅山黃素封誌於上海自然科學研究所，

一九三五年五月二十九日。

目錄

第一章	引言·····	一
第二章	燃燒問題·····	六
第三章	金屬之煅燒問題·····	二四
第四章	柏策與司太爾二氏之燃燒素學說·····	四三
第五章	燃燃素學說之演進·····	六三
第六章	煅燒作用之問題(續第三章)·····	八五
第七章	燃燒作用之問題(續第二章)·····	一〇〇
第八章	氫與水·····	一二七
第九章	固定空氣——酸類·····	一四八
第十章	拉瓦錫承襲之遺業·····	一六三

第十一章 拉瓦錫之工作……………一六九

第十二章 燃燒素學說之末日……………一九七

燃燒素學說史

第一章 引言

燃燒素學說創自司太爾 (Stal), 其嬗演雖不過一百餘年, 然與化學物理上之諸問題, 卻有悠久之歷史。故吾人欲探求燃燒素之究竟, 須先明瞭其與上述化學物理諸問題有關之歷史。至於此種問題, 有早已解決者, 有降至今日尙未能解決者; 但其最主要問題, 約可分爲下之三端:

(1) 燃燒 (combustion) 及可燃物體 (combustible bodies) 之性質若何?

(2) 金屬在空氣中加熱之後, 何以重量增加? —— 此種問題之答案, 與化合作用 (chemical combination) 有關。

(3) 火熱及火焰之真正性質若何? 此事對於元素及化合物等問題有極大之關係, 緣數世紀

以來，一般學者皆認「火」爲一種簡單原質（elementary principle）。

第一及第三兩問題，燃燒素學者或可予一勉強及淺薄之解釋；但第二問題，則爲燃燒素學者之一大難關。

現代論者，每將燃燒素學說誤爲「負量學說」（negative weight），然司太爾固未嘗視燃燒素爲一種物質也。考司氏所創議之燃燒素，其性質與拉瓦錫（Lavoisier）所建立之「燃原」學說（caloric）頗多相似之處。至燃燒素之被認爲物質，其時乃在司氏之後；惟究由何人所首倡，吾輩已不可考知；查司氏之門徒中，亦未嘗有倡此說者。降至徐萊（Scheele），其於一七七七年所著之書上，曾謂「燃燒素爲一種物質，常含重量」，於是燃燒素爲物質之說，始傳於世。斯說興後，所謂「負量」之論亦起。惟當時卓俊之化學家，對此論調，多加拒絕焉。司太爾氏歿於一七三四年，而燃燒素之被認爲物質，則在一七三〇年；其時有居柯爾（Junker）者，所著書中，曾涉及「負量」之說。

燃燒素之學說，雖其本身並無若何重大之意義，然其對於化學界卻有激起研究之效能，此一

般歷史家所公認者也。但吾人苟翻閱燃燒素時代（自一七〇〇年至一八〇〇年）之化學課本，未嘗能發見任何與燃燒素有直接關係之敘述，或爲燃燒素學說所引起之研究工作。蓋一般燃燒素研究者，均不願對於種種難解之問題，加以探討，而尤以其信徒爲更甚；彼儕對於反對燃燒素者所提出之化學現象，皆不加注意，惟於反對燃燒素學說者不能解釋之問題，苟有膚淺之見，卽引爲成功。

十八世紀實爲化學史上最可注意之時期，緣化學家於此時曾大變其平素之研究態度。其初也，化學界無一定主張，各是其說：煉金術盛行；一般學者尙迷戀於哲人石（philosopher's stone）之追尋；燃燒素學說流行各處，似具有相當潛勢力；亞力士多德派之元素學（Aristotelian elements）仍爲化學家所信仰。及至該世紀之末，所有上述諸說，悉行消滅。且定量化學初興，其用途漸爲世人所重視；化合作用（chemical combination）所蘊之理論，此時亦經發現；於是真正的科學方法，向前邁進，而定量的原子假說（quantitative atomic hypotheses）亦爲世人所深加研究焉。此種進步之由來，無非因燃燒素學說不能支持之故。雖然，燃燒素學說存在幾一百年之久，但考

其貢獻，不惟無絲毫可述，且適足爲化學界之一大障礙焉。

當燃燒素學說勃興之時，化學界中學者，對於上述各問題，似已得一半之解決，祇以其尙不能獨立之故，遂被燃燒素學說引入迷途，以致陷於絕境。幸其時尙有一二思想卓越之學者，如卜拉克(Black)及加萬粒粟(Cavendish)等，雖名爲崇奉燃燒素者，但未終止其研究工作。苟其餘如馬柯魁爾(Macquer)、馬柯拉夫(Margraaf)、普利斯特利(Priestley)與李希特(Richter)等，均懷有高超之思想，而不爲邪說所惑，則化學之進步，當尙不止乎此也。

就吾人所知，燃燒素學說對於化學實無利可言，惟有一事足以稱述者，卽此說爲最初之聯合原理(unifying principle)：將散亂之原理，調理而歸納之。蓋「聯合」亦可稱爲「簡單化」，而簡單化乃科學進步應有之步驟，倘僅就此點而論，則燃燒素學說對化學之助力，是亦不宜泯滅也。惟由燃燒素學說所引起之聯合原理，適足以斷絕燃燒素自身之生路，蓋此時種種新氣體及新現象之發見，均爲其致命傷也。

在十八世紀之末及十九世紀之初，有一般智者，其中之一派，擬從事修改司太爾之燃燒素學

說，俾可以將其他之新說，融成一貫；更有一派，擬調和兩方意見，另創立一新學說。特彼等有心無識，故終無所建樹。吾人苟以現代科學眼光觀之，其錯誤之處，可立按實驗指出，然當時誰又能知之耶？職是之故，吾輩研究科學，決不可有固執之思想，對於無充分證明之各種學說，不可遽引爲滿足也。

普里斯特利氏 (Priestley) 死於一八〇四年，其時化學家已放棄燃燒素之說。加萬粒粟氏 (Cavendish) 歿於一八一〇年，其晚年對於拉瓦錫氏 (Lavoisier) 之化學說理，頗生信仰。上述第一第二兩問題，此時可稱完全解決，惟第三題仍未能明瞭。降至今日，亦未有適當之解釋。拉瓦錫氏對於第一第二兩問題，最先解決。第三問題，初由拉氏所提出，以其無法解決，故仍遺留後世。當拉氏在世時，曾將燃燒素一名詞，易爲「燃原」或「柯樓瑞克」(caloric)，惟一般人腦海中，仍有燃燒素之印象，卽在現代，此象亦未完全消滅也。

嚴格言之，燃燒素僅爲一種「假說」，而非一種「理論」，惟以無適當之名稱可以代表之，故以下各章，仍稱之爲燃燒素學說。至於此說之信徒，可稱之爲燃燒素家 (phlogistonist)，或稱之爲燃燒素學者 (phlogistian)，本書均用前名，惟引自他書者，則取諸原文。

第二章 燃燒問題

物體燃燒時，究有何種現象發生？此問題爲昔人不能解決而逐代傳遺後人者，可數百年。其後拉瓦錫氏（Lavoisier）出，從事實驗之研究，始證明空氣爲燃燒之重要成分。其前也，化學家均以爲物體於燃燒時，必有某種物質，自其內逸出。如燭之燃也，逾時而滅，則某種物質已逸出，誠無疑義。燃燒素學說本上述之假定，應運而生，對此現象，曾予一明白之解說。

崇奉畢達哥拉斯學派（Pythagorean）之喜帕卡斯氏（Hippasus）與其弟子赫拉頡利圖斯氏（Heraclitus, 540-475 B. C.）皆信火爲一種根本物質（ultimate matter），由此可以產生其他物體，亦可以分解其他物體。此外，又以爲複雜之物質，經燃燒之後，即可分解而成更簡單之元素，是乃燃燒素時代所認爲真理者。其後恩拍多克利氏（Empedocles C., 465 B. C.）又倡四元素學說——所謂四元素者即土（earth）、空氣、火與水是也。亞力士多德（Aristotle, 384-322 B. C.）

更發揚光大之，遂使此種學說，成爲科學界中完全之自然哲學；其影響所被，直至拉瓦錫之時代。亞力士多德學派之解說燃燒也，認爲其所發生之氣體，即物體之「空氣」，濕氣即其中之「水」，火焰即「火」，而最後殘餘之灰燼，亦即其「土」也。茲將恩拍多克利氏所舉之例，介紹如下：木於燃燒時，所生明顯之火焰，即爲火素；散出之潮氣，即爲水素；上升之烟，即爲空氣素；所餘之灰，即其土素。簡言之，一複雜之物體，經過燃燒之後，遂分而爲各種不同之成分而已。

降至煉金術盛行時代，又有所謂汞、硫、鹽學說產生，但究不能取亞氏四元素說而代之。一般研究家，每採取兩說，不加軒輊，而給以元素 (element)、原質 (principle)、屬 (attribute)、質 (qualities)、物質 (matter) 等名稱。已拉塞爾士氏 (Paracelsus, A. D. 1493-1541) 曰：

『吾人必須明瞭，造物者所創造之物，均由汞、硫、鹽三種主要成分所組成，故有時爲氣體，有時爲固體』(見註一)。

巴氏所稱汞、硫、鹽之三種成分，並非真實之汞、硫、鹽，僅代表理想中之某種物屬 (attribute) 而已。十六世紀，化學家對於木之燃燒，其解釋如下：

- (1) 火焰之發生，因其含有硫質，可謂爲「燃燒原質」
 - (2) 氣體之逸出，因其含有汞素，可稱爲「揮發原質」
 - (3) 餘剩之灰燼，乃其所含之鹽質，可謂爲「固定原質」
- 彼且以爲汞之爲物，可以操縱金屬物特具之性質。

在拉瓦錫氏 (Lavoisier) 誕生前約三百年，有化學家名達·芬奇氏 (Leonardo de Vinci, 1452-1519) 者，卓然具有遠見，對於空氣與燃燒素之關係，頗加注意，司底爾滿氏 (Stillman) 於其一九二四年所著之古代化學史 (The Story of Early Chemistry) 一書內，引證達·芬奇氏 筆記中極有價值之文字二段，茲轉錄如下：

『空氣常滋養火焰，而火焰則不斷的消耗空氣，燃燒部分如無新空氣補入，其中將成爲真空』
又云：

『火焰發生時，必引起空氣之流動，此種空氣，足以維持或滋長火焰，而火焰則時時將四圍空氣消耗，如無新空氣流入，則燃燒處必致成爲真空。更進而言之，世間如無空氣，不特火不能發

生，即萬物亦無生長之可能。』

達·芬奇氏之見解，誠屬奇極，惟彼之筆記，或爲避免當時愚頑統治者之指謫，祕而不宣，以致其學不會傳播。至近年來，始有人發現而譯述之，故知其學說與當時之化學界無關係可言也。

初劉西柏斯氏 (Leucippus, 460? B. C.) 與其徒德謨頤利圖氏 (Democritus C., 460?-362 B. C.) 曾倡一種原子論 (atomic theory)。其後化學家頗有根據此論，認火爲有原子性之物質者。迨乎二千餘年後，法國科學大家笛卡兒氏 (René Descartes, A. D. 1596-1650)，亦以此說以解釋燃燒，彼於所著宇宙或光論 (*Le Monde, ou le traité de la Lumière*) 一書中，解釋木之燃燒，與前述各種理想，迥不相同。笛氏謂木或其他相似物體之由火焰而燃燒也，是火焰可以將木分析爲無數至微之粒子，其輕者上升爲火焰或空氣，而重者遺留於下，成爲灰燼。彼且作進一步之結論，謂火焰本身，亦由無數纖微粒子所合成。此種微物，運行至速且猛，如遇其他任何物體之粒子，即起拒斥現象，惟其拒斥力未見如何強大耳。此種粒子之形至小，不爲吾人肉眼所見，然其發生之動作，所以能明白表顯於外者，乃由其運動之迅速與有力也。至於此種微物運動之方式若何，笛氏不

能斷定，惟就所生之熱與光二者言之，故知其所表現之程度不同。當熱粒子激動迅速時，所予吾人之感覺爲疼痛；其在和緩時則可予吾人以愉快（見註二）。

其時有人名勒·嚴（Jean Rey, 1575-1645）者，爲笛卡兒氏（Descartes）之同鄉，認爲錫與鉛等金屬，在煅燒後，所增加之重量，必與空氣有關。此種思想，在歷史上所可考得者，達·芬奇之後，此爲第二次。至於勒·嚴氏在求得此種結論時，所採用之科學的與理論的方法，容於下章詳述之。惟其學說，既未爲當代學者所注意，又於後人無絲毫之影響，殊可惜耳。

嗣後霍克氏（Robert Hooke, 1635-1703）與梅猷氏（John Mayow, 1643-79）均有相同之見解。但二人中孰爲勞苦功高者，今則無從決定矣。就一般史家之猜想，霍氏生平所研究之問題，多取成說，鮮少創見，且其所援引之材料，皆不註明出處，故不易辨識其學問之所自。但據吾人最近探討所得，覺梅氏未免受人過獎，而覺霍氏反有優良之貢獻焉（見註三）。霍、梅二氏均認空氣爲燃燒之重要成分，其思想與笛卡兒學派（Cartesian）所主張之原子論，同時發展。

霍克氏於一六六五年出版微物誌詳（Micrographia）一書，其中第九章題爲關於在雲母石