

361
238

8 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10^{18m} 1 2 3 4 5

始



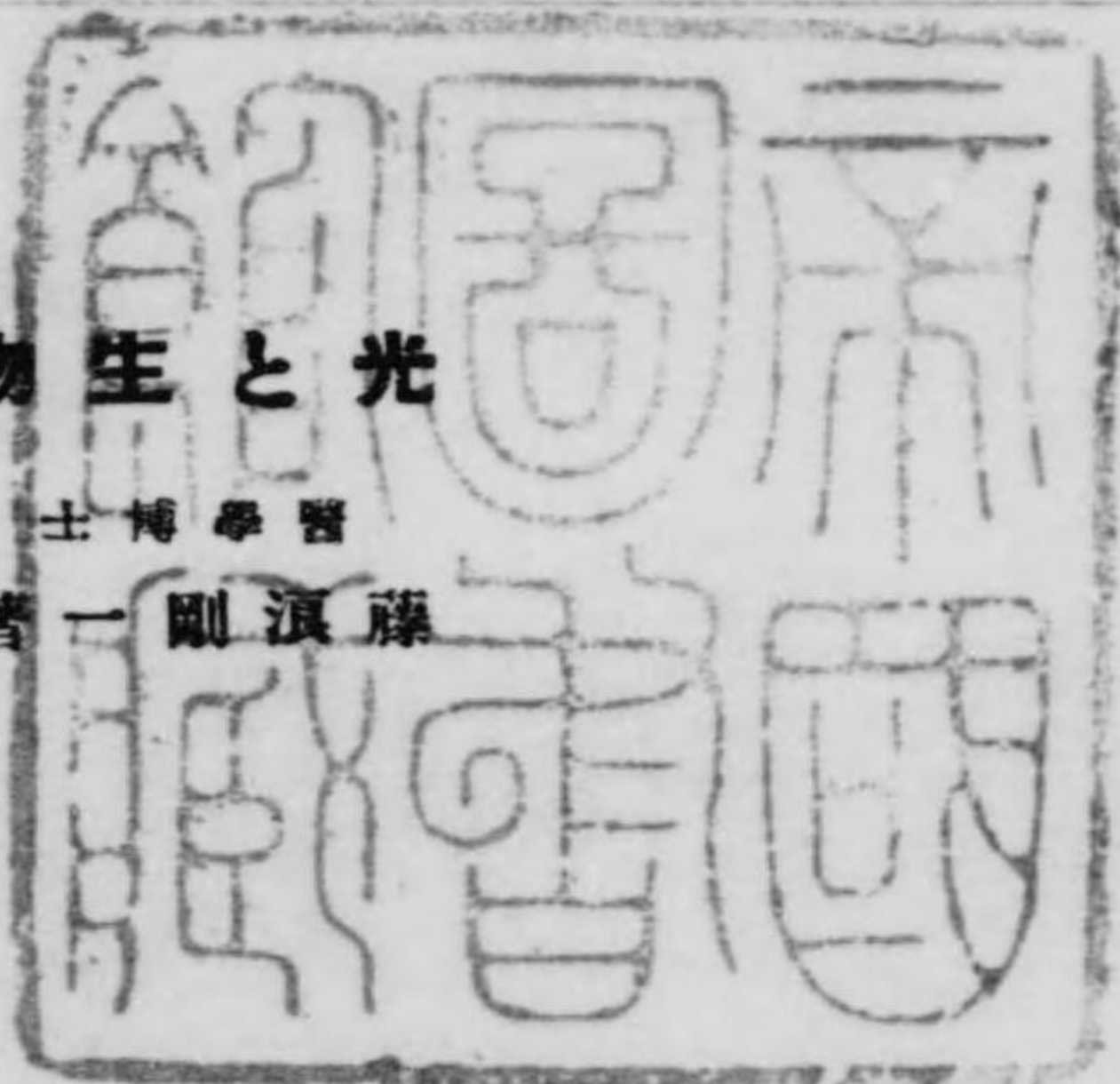
68

361-238

物生と光

士博學醫

著一剛浪藤



大正
7. 4. 30
内交

光と生物

目次

第一章 緒言

第二章 光の作用及びその一般的性質

光の定義	四
光學	四
視能はざる光	七
熱線	八
紫外線	九
放線の吸収	一一
スペクトルムの分解	一六

目次

目次

日光のスペクトルム……………一八

葉綠素及び血色素……………一九

水硝子石礫……………一九

雰圍氣……………二〇

光源……………二一

加工光源……………二三

單色光……………二五

光の強さ……………二六

狹義の意味の光……………二七

化學作用……………二八

螢光……………三一

燐光……………三四

金剛石……………三五

第三章 植物に及ぼす光の作用

葉綠素の成生……………三七

葉綠素形成の病的障碍……………四〇

葉綠素の作用……………四一

同化……………四四

光の強さ……………四五

葉綠素の光の吸収……………四七

植物の生長……………四九

開花……………五二

光の運動刺戟……………五三

日光感應或は向日性……………五三

偏光性運動……………五五

目次

轉位性運動 五九
 緑色なき植物 六一

第四章 細菌に及ぼす光の作用

ドウネス及びプラントの實驗 六五
 プラネルの實驗 六七
 集合光 六八
 ファインゼンの實驗 六八
 化學線の要義 七一
 紫外線 七三
 ファインゼンの石炭集光裝置 七三
 太陽の光の集合 七四
 ヘルテル等の實驗 七五

目次

種々の光源 七九
 ト温度 八一
 壽命 八一
 感光の差別 八二
 結核菌 八五
 芽胞 八五
 ワクチン 八六
 酵母と絲狀菌 八六
 光の間接的及び直接的作用 八七
 過酸化水素 八九
 酸素の補助的影響 九〇
 光が衛生に及ぼす要義 九二

目次

河川の清浄 九五
 海水の芽胞含有に就て 九八
 細菌の新陳代謝産出物 九九

第五章 細菌及び其他の微生物に及ぼす光の刺激

運動刺激 一〇三
 エンゲルマンの説明 一〇四
 珪藻類 一〇四
 ゴウリムシ 一〇五
 緑色エウグレナ 一〇八
 紫色バクテリア 一〇九
 光測バクテリア 一一一
 アメーバ 一一六

第六章 高等動物に及ぼす光の作用

腐敗アメーバ 一一七
 病的作用 一一九
 色素を生ずる細菌 一二一
 色の適應 一二三
 光力的現象 一二四
 過敏性 一三三
 △皮膚の光學的感覺 一三五
 蚯 蚓 一三六
 ◊動物の向日性 一三七
 ◊光の運動刺激 一三九
 蟻 一三九

目次

目次

蛙の卵……………一四〇

山椒魚……………一四一

蜻蛉……………一四二

發光動物……………一四五

刺戟としての光……………一四五

動物の成長……………一四八

色素……………一四九

變色……………一五一

カメレオン……………一五二

蕎麥中毒……………一五四

日焼け及び雪焼け……………一五八

第七章 人體皮膚に及ぼす光の作用

光疹……………一五九

光に慣るゝ事……………一六二

極地探家の經驗……………一六六

電氣の光に由る皮膚の炎症……………一六八

實驗的研究……………一七〇

皮膚の生理作用……………一七九

皮膚の發赤……………一七九

色素沈著……………一八九

角層色素……………一九八

表皮の潤濁……………一九八

毛髮……………一九九

深部に働く作用……………二〇〇

紫外線……………二〇九

目次

目次

衣服.....二二二

熱射病.....二二四

第八章 光に曝されたる組織の變化

第九章 光は又皮膚病の原因なり

特異質.....二二三

身體の保護.....二二四

夏日水疱.....二二五

色素性乾皮症.....二二六

醜き容貌.....二二九

ペラグラ.....二三〇

痘瘡.....二三二

赤色光線療法.....二三三

フインゼンの光線療法.....二三五

第十章 光の血液及び新陳代謝に及ぼせる影響

光の調節.....二三九

光の酸化促進作用.....二四四

新陳代謝.....二四六

血液の發光作用.....二四九

第十一章 光と神經

有色光線を用ひたる實驗.....二五一

青き光.....二五三

赤き光.....二五三

目次

目次

色の五感的道德的作用……………二五四

光と生物目次了

光と生物

醫學博士 藤浪剛一著

第一章 緒言

最近の光線の研究は常に醫學者及び科學者の世界に於てのみならず、一般社會に於ても遍く自然の此偉大なる力に對し多大なる興味を喚起した。事實光線はその利用法如何によつては人類に多大の幸福を齎らすと同時に恐るべき害惡をも及ぼすもので、人類及び有機界に與ふる影響は蓋し甚大と云はねばならぬ。

而も其力が餘りに普遍的で且つ、餘りに不斷的であるが爲に、光の現象や影響も日常の平凡事として、敢て其根元に遡つて探究しやうとするものがなか

緒言

つた。宇宙を流れて居る光波は、人體及び生物を日常不斷に遍照して、生の活力を賦與し、萬物の命を永からしむるものである。それ故に光を讚め稱ふるには之を偉大なる天才と精力とに俟たねばならぬのは言ふまでもないが、光の動物界及び植物界に及ぼす影響に至つては夙に科學者の精密なる研究に俟たねばならぬ。然るにそれが今日に至るまで科界的知識界から看過されて居たことは實に奇怪と言はねばならぬ。而して光が生物の生活と健康とに多大なる影響と意義とを有して居ることに留意したのは、フインゼン以前にも澤山あつたけれど、これを科學的に闡明したのは、蓋し彼を以て嚆矢とする。フインゼンは丁抹の學者であつて、明快なる理論的考察と豐饒なる實地の經驗とに基き、シャルコー、ウイドマルク、ハンメル、ウンナ等諸氏の研究を參酌して、日光は惱める人類の治療に有益なるものであるから、これを利用して一層の效力を實現せしめねばならぬと確信した。斯くて氏は、其生活體に必要な理を明かにし、其應用に於て治療に有效なる事を説き、進んで之を廣く

適用せんが爲に努力した。氏は更に動物及び植物に及ぼす日光の作用の如何なるものであるかを明かにして未耕の科學地に新たなる開拓を試みた。當時氏は重病に患されて居たに拘らず、堅忍英邁なる彼が研究心は、之が爲に阻止せられず、病軀を叱して研究を續けた。斯くて氏の幾多の業績は後代に恩を敷き、蒼穹に磅礴たる日光の温かき「エネルギー」は、病者を救ふ偉力である事を明かにさるゝに至つたのである。

故に光の健體、病體に及ぼす作用を説く者は、決してフインゼン其人の光榮ある名を引用する事を忘れてはならぬ。實に光線生物學の研究史上フインゼンの偉績は千古に垂れて極光の如く燦として輝いて居る。彼の學術が我國にも移植されたるは又當然の事ではあるまいか。

第二章 光の作用及びその一般的性質

光の作用に於ける性狀を科學的に研究するに當つて興味ある事は、人體の

光の作用及びその一般的性質

或る特殊なる疾患が光によつて良好なる結果を得ると云ふことである。光學の知識さへ十分に得ることが出来れば、光の治療上の價值や、其應用に關しては容易に理解する事が出来る。故に説明の順序として、先づ人類と光線との關係を明かにし、更に生物界と光線との交渉を詳にしたいと思ふ。是れ、光線療法は決して非科學的な幻想ではなくして、全然生理的及び生物學的にその根柢を有つて居るものであるからである。

光の定義 物理學者は定義して、光は物體を識別する原因であると言つて居る。けれども生物學の見地よりすれば「光とは發光體より射出する總ての放線の全エネルギーである」と言はなければならぬ。我々を圍繞して居る光の力は自然の力であると思つて居る者もあるが、實は太陽の放線の「エネルギー」に過ぎないのである。

光學 吾人は光に因て物體を認識する。即ち吾人の眼に反射した物體を見る事が出来る。光の視覚機に働く作用は夙くより知られて居たが、光學

とはこの光の物理的性質、光と視覚とに於ける法則、光の吸收、反射、及び屈折を研究し、又光を分解して色を説明する學問である。

今、日光を適當に「プリズム」の上に投げ、これを白壁の上に投影すると、光は「プリズム」の爲に屈折せられて七色の色帯を現はするのである。此日光の「分色景」は虹の色と同じく「赤、橙、黄、綠、淡青、濃青、紫」の順次に配列される。而してその屈折率は赤の部分で最も少く、紫の部分に最も多く屈折せらるゝものである。「プリズム」を通過する日光は唯一の白色の印象ではあるが、其實無數の各色を有する細微な放線の集合したるものである。

然し此等の個々の色は自然には現はれない。所謂光とは要するに此夫々「屈折角度を異にする放線の集合したもの」に過ぎないのである。

日光は「プリズム」に由つて其組織せる色合に分解せられるが、赤より紫に至るに従ひ屈折の度が互に異つて段々と大きくなる故に、各色別々に美しき七彩となつて壁上に投影される。そして此色が相寄り相集つて吾人の眼に映

る時は、彼の日光の如く白色となるのである。光學の教ふる所に随ふと、光とは宇宙の凡ゆる物體を通じて瀰漫充填せる「エーテル」と云ふ假定的物質の波動である。其光の波動は極小なるもので、波長は各々其色合によつて相違し太陽の光の「スペクトルム」の一端に現れたる赤色は、一耗の長さに千三百十五回の波動を、紫色は二千五百四十二回の波動を傳へて居る。而して光の速度は宇宙間に瀰漫して居る「エーテル」中でも、或は眞空に於ても、大氣中に於ても總て同一の速度であつて一秒間に三十萬浬であるとされて居る。故に一秒時間に於ける運動、即ち振動の数は、赤色は紫線よりも小さい。換言すれば、異なる各々の光の色の振動数は皆別々であつて、各光線の波長に比例して居るのである。即ち赤色は一秒時間に $300000 \times 315 = 94500000$ の振動を爲し、紫色は $300000 \times 2542 = 762600000$ の振動である。之を逆に言ひ換ふれば、三百九十五兆の振動するものは吾人の眼に赤色の印象を與へ、七百六十三兆の振動のものは吾人の眼に紫色の感覺を起させるのである。吾人の聽覺が音の振動の頻繁なる

に従つて音の高低を區別するやうに、視覺に於ても光の振動の多少、即ち振動数の大小に由つて各色を區別する事が出来るのである。振動數即ち光線の振動時間は「プリスマ」に依つて屈折されたる「度」に相當し、その屈折に於て振動數少なければ振動時間は長く、波長大きく振動數少なき赤光線は、波長小さく振動數多き紫光線よりも「プリスマ」に於ける屈折の度が小さいのである。

視能はざる光

上述の振動數の關係を比較考量するに、赤色と紫色との間に介在せる光の他に、日光分光景中^{スペクトルム}には、なほ他の放線ある筈である。

實際色帯の兩端には尙他の放線が存在し、^赤の外側には七百六十三兆より大なる振動數を有する放線あるも、吾人の肉眼には振動數に對する感覺に制限があつて、ある一定の振動數に於てのみ光として印象されるものなるを以て、三百九十五兆よりも少なき振動數か或は七百六十三兆よりも大なる振動は、吾人の網膜に作用する刺戟となり得ないのである。之れ視神經が「エーテル」の波動を感知して色彩を感覺し得るにも係らず、赤色及び紫色の外部のもの

は其波動を感ぜし得ざるが爲に視能はざる光として残される所以である。

熱線 ある適當なる方法を講ずる時は、赤外線並に紫外線を識別する事が出来る。ヘルシエルは一八〇〇年に日光の「スペクトル」に煤を塗りたる検温器を當て、實驗せしに「スペクトル」の種々な部位によつて夫々温度の異つて居ることを觀察した。光の熱は「スペクトル」の紫より赤に至るに従つて益々増加し、赤線の外部では赤色部よりも一層温度高きことを知るに至つた。現今この微細なる熱線を證明するには「ラングレイ」の光力計、即ち所謂微熱検測器又は放熱計を用ふることになつて居る。これは攝氏の百萬分の一度の温熱の差も指示する事の出来る程緻密な計器である。ヘルシエルの實驗に由ると、凡ての放線は検温器に作用するが「スペクトル」の青、綠、黄の部分では熱の働きは僅少であるに反して、赤の部及び赤外線の大部では熱の働きは頗る強いのである。如上の温熱的作用よりして、赤及び赤外線を總稱して熱線と呼ばれて居る。

紫外線 認知し得らるる「分光景」の他端には、或る化學的物質に變化を及ぼす所の化學的效力を保有して居る光線がある。今「スペクトル」の青、紫色部の上に鹽化銀紙の一片を置けば、青、紫色ばかりでなく、その域外でも紙片の著しく黒變することが解る。又日光を石油の上に落して「スペクトル」の現象を起さすときは、「スペクトル」は赤、黄、綠、青の諸色を呈し、石油は外觀上何の變りもないやうに思はれるが紫の部に於ては青色の微光を放つに至る。之れは紫線的作用によつて發光、即ち螢光したものである。此螢光は認識「スペクトル」の紫色の端より遠ざかるに従つて益々強い光を放つもので、其長さは總ての認識「スペクトル」の長さと同じである。故に紫線の外方に於ては、吾人が色として認識した光よりも、一層強く「プリスマ」に屈折する所の太陽の光の放線の在る事を知ることが出来る。斯く紫線の外方に於て強く屈折されたる放線を紫外線と稱して居る。

紫外線は肉眼で見える事は困難であるが、或る化學作用によつて之れを認識

する事が出来る。すべて光熱の働きを上述の測熱器で計るに、それは極めて微弱なものである。殊に夫れが黄、藍、紫の諸線になると、更に甚だしい。然しながら此藍や紫の放線が鹽化銀紙や石油にある作用を起したと同じ様に、紫外線も亦特殊な化學物質に驚くべき作用をなす關係をもつて居る。綠、藍及び赤線も適當の物體を與ふれば化學作用を促すことが出来る、この意味に於て總ての認識放線は化學力を有するものであると云ふことが可能だが、藍、紫及び紫外線は他の放線に比して、その化學作用が甚だ強大である。その強大なる放線即ち如上の藍、紫及び紫外線を名づけて特に化學線と總稱されて居る。

肉眼で認むる事の出来ない放線の量は頗る多大である。その量及び太陽「スペクトル」の全長を計らうと思へば、既知の各放線の波長と比較することゝが最も良い方法である。肉眼で見ることの出来る「スペクトル」は一種の六億六千七百萬分の一より四億二百萬分の一なる波長を持つ放線を保有して

居る、即ち赤線は前者の波長に、紫線の最外層は後者の波長に該當するものである。肉眼で認むる事の出来難き紫外線は、日光「スペクトル」に於て約八千百萬分の一なる波長にして、赤外線の長さは認識「スペクトル」の長さの數倍に達して居る。紫外線の「スペクトル」の長さは認識「スペクトル」の長さと同じく、其間には四億二千二百萬分の一より二億五千萬分の一の波長の放線が存在して居るのである。

吾人が赤外線及び紫外線を識別し得ないのは眼がその識別に適ふやうに構造されて居ないからである。即ち前述の如く一秒間に四百兆以下の「エーテル」振動と七百兆以上の同振動とを持つものは、眼の網膜に達して之を刺激し、光の感覺を起さず作用をすることが不可能である。之れはその放線が眼球の前方にある角膜や硝子體や水晶體に殆んど吸収されて仕舞ふから網膜に達しないのである。

放線の吸収 各屈折波長、振動にも異同があり、驗温器や化學的物質に對

光の作用及びその一般的性質

する効果にも相違のある放線は又その吸収に於ても同じではない、故にその作用も異なるものである。光學の原則によると放線の作用は吸収せられたる能力に正比例し、吸収せられたる光線のみ作用を現はすものである。すべて光の物理的及び生物學的現象は此法則に依て説明する事が出来るのである。日光の認識放線が吾人の眼の角膜結晶體及び硝子體を通過して眼底の網膜上に達すれば、網膜の細胞に吸収せられて其所に始めて特殊の作用を起すものであるが、吾等は此の吸収及び作用の結果として光を感し物體を認識することが出来るのである。眼球には、光線を悉く吸収する能力はあるが、それは悉く一様ではなくて、甲は自身に適當なる光線のみを吸収し、乙は自身に相當せる光線のみを結合するのである。換言すれば化學線は或る化學物質に吸収せられてその化學作用を現はすけれども、熱線は此化學物質には僅に吸収せらるゝか若くは吸収されない爲に、その作用も僅に現はるゝか或は全然現はれないのである。かの眼に視えぬ放線とは、眼底に透徹する迄に早

くも中間體に吸収せられて、網膜に作用せず抹殺されたる光線をいふのである。すべて放線が或る作用を現はすには、之れを吸収する物體がなければならぬ。茲に此吸収と云ふ物理現象を理解し易からしむる爲に一の實驗を引例することにする。即ち上述の如く日光が「プリズマ」を通過して白壁の上に放射すれば七彩の「スペクトル」を現はすが、今若し日光と「プリズマ」の間に赤い硝子板を置くときは、壁には唯赤色のみ現れて他の色は拭ひ去られた如くに消失する。之れは赤色硝子板に於ては太陽の白光のうちより唯赤き光ばかり通過させて他の光を悉く吸収するからである。同様に綠色硝子板を赤色硝子板に換へて實驗すれば、白壁の上にはたゞ綠色の翳のみを見る。其他青色板を用ふる時は唯青色の條のみ現はれる等これ皆硝子板自身の色の以外の他の放線を悉くその著色硝子板に吸収するの理に基くものである。更らに白壁の代りに赤色紙を用ふると、其上に現はるゝ「スペクトル」は赤色ばかりで、黄色紙の時には黄色、青色紙の時には青色のみを生じて他の光

の色を見ることが出来ないのである。斯く著色硝子板を「プリズマ」の前に置いた時と、有色紙を用ひたる「スペクトルム」との二つの實驗に於て同一の結果を知ることが出来た。即ち日光に照された色紙は吾人に夫れ自身特有の色（赤なれば赤）のみの印象を與へて、白色光に含有されたる他の色を悉く吸収するのである。換言すれば固有の色（赤なれば赤）の放線のみが反射されて、吾人の視器を刺戟するのである。又有色硝子板の實驗によつて知りたる如く、すべて物體より反射する放線も、物體みづからを通過した放線も共に吾人の眼に色の感覺を喚び起すものである。普通の無色の硝子が透明に見ゆるのは、總ての放線を悉く通過さす爲であり、表面粗造な物體は投射放線を悉く反射する故に白色の印象を與へるのであり、黒色に見ゆる物體は「スペクトルム」の色の全部を吸収するからである。斯くの如く眼に映する色の感覺とは、要するに輝く光の「スペクトルム」に包含されて居る色が、物體の放線吸収性に結び合せたる關係の消長に過ぎないのである。故に物體は光源中に潜在して居

る色のみを示すものであつて、赤色硝子が赤色に見ゆると云ふのは、その硝子を通過して來る光、又は反射する光に赤色光線を潜在的に含有する事を語るものなのである。試みに赤色紙を黄色放線ばかりである光の中に照明すると、黄色放線は赤の爲に吸収せられて、恰度赤色の紙上に「スペクトルム」を投影した時の實驗の如うに、その光は吸収せられて黒色に見ゆるのである。同一物であるに係らず、之れを日中に見た時と、蠟燭の光や電燈の火に照らして見た時と、夫々相異なる色を現すのも全く如上の理に由るものである。夫れ故に物體固有の色として最も正確なるものを定めやうとするには、無數の放線の結合して居る太陽の白色光に頼らなければならぬ。吾人の周圍の事物は夫々放線の吸収力を異にして、或る物體は自身に適合する一放線を吸収するが、或るものは同時に多種の放線を吸収し、又或者は「スペクトルム」の一區劃を悉く吸収する等、その物の固有性に應じて夫々異なるものである。而してその物體の吸収力も色の物理的性質即ち單純色なるか複雑色なるかに由て相違す

るものである。多くの色は互に混色することが出来る爲に諸色の相抱擁した全體を通じて單純な一色の如くに印象される事がある。例へば、藍色の如きは、吾人の視覚に映する單純なる一色ではなくて、實は赤、黄、緑の色調が混合加味されたものである。

スペクトルムの分解

物体の色の組成例へば赤き液体の赤色、青色硝子板の青色、又は煌々たる瓦斯の光には抑も如何なる色を含むのであらうか。即ち之れを知つて、その放線の性質を驗べやうと思ふ者は「スペクトルム」の分解法に由らなければならぬ。斯くして始めてその物体より發する光の種類を最も精確に鑑識し、「スペクトルム」の何れがその物体に吸収せられたるかを明らかにする事が出来るのである。「スペクトルム」分解及び光の吸収研究は、最近科學的智識の重要な一地位を占むるものであるが、茲にはその詳説を避けて、たゞその智識より得たる實驗の二三をのみ舉ぐるに止めて置く。

白金の針金の尖端に食鹽の塊を著けて、これを「ペンゼンランプ」の火焰の中

に入れると、燃えて純黄色の光を發するであらう。之れが所謂「ナトリウム」の光である。この光を更に「プリズマ」に通過せしめて白壁上に投射すると、前に實驗した日光の分解の時と同じくその投射は鮮かなる黄色の條となつて現れるであらう。今、その「ナトリウム」光に電氣孤燈の如き白色光を投じて壁上に「スペクトルム」を投影せしむると、前の黄色の線條は黒く變ずるであらう。之れは食鹽の「ナトリウム」蒸氣が灼熱して居る炭素棒の光より黄色を吸収して他の放線を通過するのである。これは「ヒルヒホーフ」氏の法則「物体は自己の出す光を吸収す」といふ事に適ふものである。

食鹽の「ナトリウム」と同様に、如何なる物体も燃焼せられて蒸氣又は瓦斯の状態となれば如上の「スペクトルム」にその物固有の色彩を以て明らかに一定の放線を投影するものである。今、數種の物質より成る物体を蒸發させて「スペクトルム」で檢すると、各物質は本來の色彩を現はし放線を鏡ひ、爰に數條の異なる美しき線を見ることが出来る。さうしてその各線は却て一定の位置

光の作用及びその一般的性質

を占むるものである。太陽や電氣の光の「スペクトルム」になると明るき線ではなくて却て黒い線が現はれる。これは此等の光源がすべての物體より發する光を吸収する爲である。名づけて吸収線と云ふ。

日光のスペクトルム 日光の「スペクトルム」を白紙に投射すると種々な光が連続して現れるが實際の日光「スペクトルム」とは多少異つて居つて各色の間には多數の暗線が介在して居る。之れを「フラウンホッフ線」と云ふ。更にこの線の重要なものにA B C等の符號を付けて居るが、そのA B Cの三線は「スペクトルム」の赤色部に、二重D線は橙黄の間に、F線は緑と藍との間に、二本のH線は紫色部に介在して居る。そしてその暗線には或は廣いもの、或は狭いもの等があるが、何れも前述の如く「スペクトルム」の吸収現象に過ぎないのである。又、太陽及び地球上の雰圍氣に含有されて居る瓦斯や蒸氣は、白熱せる太陽の「スペクトルム」の一部を吸収する爲に如上の吸収線を生ずる。それは彼の電孤燈の光を「ナトリウム」の火焰に通過させて黒線を生じたのと同じ理に因るものである。

葉綠素及び血色素 有色の物質は「スペクトルム」の一部を吸収するに止らず、他の部をも同時に吸収す、例へば葉綠素及び血色素の如きものである。今、綠色植物の葉を通過する光の「スペクトルム」は前述の「フラウンホッフ線」のB及びCとの間に幅廣き黒線を作る許りでなく、藍と紫との處も消失する。これは植物の色素たる葉綠素が赤の一部と藍紫の全部を吸収する性質を有つて居るからである。又血液の色素である血色素の「スペクトルム」はD E線の上に二條の幅廣い吸収線を作る。又酸素を失つて居る「ヘモグロビン」の「スペクトルム」は、黄と緑との間に吸収線を生ずるのである。

水硝子・石硝 如上の僅かな例證に於ても、各々の物體が、その「スペクトルム」の色帶に對して吸収力の互に異つて居る事を知ることが出來た。然しそれは眼に視ゆる放線のみならず、肉眼にて見る事が出來ない部分にも、同じく吸収現象が存在して居るのである。日光の紫外線の「スペクトルム」は、無

数の吸収線を有つて居る事は甚だ興味ある現象である。茲にある物體は赤外線、紫外線の全部を吸収するが、又ある物體はその一部のみを吸収す。例へば、水は赤外線及び赤線を僅か吸収するが、化學線即ち紫外線を通過させるものである。又硝子は著しく紫外線を吸収するものである。故に紫外線を利用しやうと思ふ場合には、普通の硝子製レンズでは吸収されて何の役にも立たないから、硝子器を用ひないで石炭を用ひる。即ち石炭は少しも紫外線を吸収しないのである。

雰圍氣 宇宙の空氣は、赤外線と紫外線とを吸収する。然しその吸収の割合は一様でなく、太陽の「エネルギー」の多寡、検査する場所の地理的關係、及び四季の變化に應じて夫々相違するものである。單に一日のうち、に於ても、日光の強弱、氣壓、溫度に左右される爲に、各時刻によつてもその差異を生ず。空氣が塵埃、其他の微細なる固形體を混する爲に太陽の光の「エネルギー」もこれに由つて幾分か失はれるものである。そしてその弱めらるゝ度は各放線に

よつて異なるものであつて波長の長き放線は短き放線よりも吸収される事が少ない。又太陽の光が地球に達する迄に、障礙物の多い程化學線の含有量が減ぜられるが、熱線はその影響を受けない。太陽が水平線に近づけば其光は赤色に富み、化學線が乏しい。よく吾人の肉眼に對して太陽がその位置によりて異つた色に映るものは、之等の關係によるのである。若し雰圍氣界外に佇つて太陽を見ると假定すれば、その光は波長短き藍紫、紫外線に富む故に藍色煌々たる大球として見ることが出来るのであらう。然し地上に佇つ我等は、彼が地平線に近き時赤色と感じ、中天高く揚る時は白光燦たる掌大の球として仰ぎ見るのである。これは太陽の光が地上に達して吾人の肉眼に映ずるまでには、屈折力の強い紫外線は消失すること夥しい爲に、地球の表面に達した時には、もう白熱電燈よりもその紫外線の量が少ない爲である。地層に近き空氣は非常に濃密であるから、従つて光も驚くほど多量に吸収される理である。雰圍氣の廣表盡し難きに比すれば、地を抜く千尺の山上の如きは洵に

渺たるものではあるが、其所には日光の強度成分が地上よりも夥多であることが知られる。實に地上にては最も好適に實驗する事が出来ても、日光のスペクトルムの三十億萬分の一の波長以上を知るに由しないのである。

光源 日光の光學的研究が良好く行はれないといふのは、天候の加減と常に變りなき一定の強度を保ち難き不便の他に、化學的作用に富んで居る波長の短き放線を含む事が少ない爲にも因るのである。故に光の生物學上の研究には他に適當な光源を求めなければならぬ。

光源にも種類がある。第一は、太陽から送られた光を粗雜な表面に受けた後、之れを更に他の方面に反射する月、流星、地球の如きものがそれである。又雲、空氣、地上の物體なども、夫々光を反射し瀰漫さすもので、夫れは吾人が一口に言つて居る「空の明り」である。空の明りは吾人の視覺には、太陽よりの直接の光に比すれば餘程薄弱に感ぜられるもので、固より太陽の光の代用と成り得るものではない。

吾人は光源體の光の強度を研究するに當つて、其含有されて居る放線の種類をも知らなければならぬ。而して光源が眼球の網膜や、寫眞版、植物の葉綠素、動物の皮膚、細菌に對する作用は、必ずしも一律の關係を以て結合して居るものではない。

加工光源 加工光源とは太陽の光り又はその射光にて輝く光ではなくして、或る物體が自から灼熱して發光するものを云ふのである。加工光源は、その光體によつて光の組成及び放線を異にするものであるから、その働や性質は同じものではない。或る光源には物體を明瞭に見る事の出来る特點があれば、又或る光源には特に赤線及び赤外線を多量に含有する爲めに、主として放熱の目的に利用せられる。例へば大型石油洋燈の如きものであるが、この放光の性質は屈折率の弱きものである。又ある光源は特に化學線に富んで居るものがある。例へばツルモンドの石灰孤光燈の光、コイルの火花の如きはそれである。特に後者は紫外線を多量に含んで居る爲めに紫外線の應

用に供せられる事が多い。又各光の集成は發光體の溫度にも左右せられるもので、彼の鐵片を温むると、肉眼では見えないが波長大なる赤外熱線を生じ、その鐵片がだんく、加熱せられるに従つて熱の一部は光の「エネルギー」に變化し、今迄の見えざる赤外線の外に認識赤色放線を生じ、鐵片の灼熱いよく、高くなれば、この色彩は益々鮮かに且つ強くなつて、黄赤色、黄色、綠色、藍色の放線が相和し相混するを見るであらう。更に溫度を高むる時は、認識明確なる波長の短き放線は、變て白熱して爰に鐵片は太陽の光を含む總ての放線を放射し、更に波長の短かい紫外線に富むに至るのである。

弧光燈も亦紫外線に富むものである。今、二本の炭素棒を上下して、夫れに強き電流を通ずる時は、炭素棒は數千度の高溫を有する弧光を發し、電流の強さに應じて弧光の溫度の高まり、且つ其光には波長の短かき放線に富むで居る。彼の夜の闇を搔除けて街頭の王女の如く輝く弧光燈を地上より仰ぐに、其紫外線の「スペクトル」の強さは、遙かに日光を凌駕し、更に其「スペクトル」

の外端には、太陽にも無き屈折率大なる波長短かき放線の「スペクトル」を有つて居る。仍つて弧光燈に於ては、電流の強さを加減し、適宜の太さの炭素棒を撰んで弧光の強度を調節する事が出来る。電氣の灼熱「ランプ」即ち電燈に於ては、その物質の灼熱して居る溫度は比較的僅少なものであつて、その放線は熱線と眼に見ゆる放線である。又弧光燈の炭素に代ふるに鐵を以てする時は、更に波長短かき紫外放線に富み、其強度も頗る強いものとなる。灼熱して居る水銀蒸氣も亦夥しき紫外線を有つて居るもので、光の生物學上の實驗に、水銀蒸氣より發生する紫外線を應用しやうと思へば、之を通過せしむるに可能な性質ある材料にて「ランプ」を造らなければならぬ。

單色光 單色光とは有色「スペクトル」の一定の放線のみを出す光の事で、最も簡單に實驗しやうと思へば、光度の強い弧光燈の光を、吸收状態の既知の色液に、通過吸收せしめるのである。例へば「フクシン」は七億六千百萬分の一乃至六億五千六百萬分の一種の波長を有する赤色線を通過せしめ、硫酸銅

の「アムモニア」溶液は五億萬分の一乃至四億萬分の一種の波長のものに及び少量の綠色線と、大部の藍及び紫色線とを通過せしむ。加工著色硝子板を用ゆれば其單色光の性質を「スペクトルム」にて検査し始めて其目的に恰適するのである。

光の強さ 光源の性質即ち其光が如何なる放線より集成されて居るのか、又は其數量的關係の如何を考へなければならぬ。普通吾人が實驗に供せらるゝものは主として光の強いものである。けれども光が強くして光學的に働きのある光の化學的作用と云ふものは、弱き光に比して數量的にも品質的にも異なるものである。光の生物學の實驗に用ふる光源は能ふ限り強くなくてはならない。すべて光源に近くに從ひ光の強度は増加し、その作用の明瞭に且つ強大になるものである。

こは「光の強さは距離の自乗に逆比例する」と云ふ光學原則を證するものである。又光源を最も良く利用しやうと思へば其光を集合することである。

今光源との距離を著しく縮め、集合「レンズ」によつて光を集めるときは温度が非常に高まるものであるから、試驗に際しては熱線を除く爲に冷却装置を必要とすることがある。

光は上述の如く種々なる放線より成り、光の作用は放線がある物質に吸収せらるゝことに關係するものであり、その照輝線、化學線、熱線の綜合して居る光は、種々なる「エネルギー」の轉換を惹起するものである。

狭義の意味の光 肉眼に見ゆる光、即ち光の刺激によりても視覚は物理的或は生理的光學の研究範圍である。光の生物學上の問題の中、第一に重要なものは光の化學作用で、化學線及び其特殊の性質は、光の生物學研究の根柢をなすものである。光の熱作用は、又吾人の専門的研究にも深い關係があるものであるから、化學線、熱線が如何にして同一の光源より同時に放射せらるゝか、又光の「スペクトルム」に於ては熱線と化學線とが如何に相交渉せらるゝかも知らなければならぬ。然し吾人にとつては熱作用の問題は稍單調

なるに反して光輝の如何に興味深きか、之れ吾人の知らんとする所である。光は既に記せし如く總ての生活體に對して深い關係を持つものであるが、彼の「スペクトルム」の眼に見ゆる放線、若くは眼に見えずして化學的作用をなす放線の如きは、之れを狹義の光と稱して居る。光の光學作用は最後に化學的に變化し、「エネルギー」の轉換は總て熱の發生を伴ふものであるが、化學的に作用する放線は熱を奪ふ事が出来ない。光の「エネルギー」が或は機械の仕事に、或は音の振動に、或は電動等に變換せらるゝ事は、研究の對象として吾人に意義深きものである。

化學作用 光の化學作用は、化學線を吸收する事の出来る物體の存在を待つて始めて現るゝものである。斯くの如き物體を稱して感光性强しと云ふのである。さうしてその物の感光性と云ふものは、其自身の化學的性質に因るものである。

光の化學的作用は、亞麻布或は臘の漂白、染物の褪色、水彩畫の變色、又は木材などの變色に由つて知る事が出来る。斯の如く光が作用して變色するのは、主として酸化作用に因るものであるが、又光自身に於ける還元作用にも由るのである。寫眞に利用せらるゝ銀の「ハロイト」化合物は、強く屈折する光線を吸收し、分解して黒變するに至る。又鹽化銀紙に木の葉の如き薄き物を置いて日光に當てるときは、木葉に被はれて居ない鹽化銀紙の部分は光の爲めに黒變し、蔽はれた部分は變化せず、白い木葉の形を残して居る。

寫眞板に寫眞像が現はれると云ふことも、その寫された物體が寫眞板の臭化銀層に當つて變化を起すためである。即ち銀の化合物が、撮影物の表面から照された光によつて即ち分解されるのである。此場合に照されたる物體より放射したる光の各強さに應じて銀の分解が出来る。又乾板が光を受け、た後、寫眞機より脱し、現像に先つて見るに何等の變化もない。その現像するのは光に當つた後の事で、未れを一定の液に浸して斯くして始めてその部は黒變して現はれるのである。黒變の割合は光の強さに比例して強く現はる

のである。而して現像後の像は技術的の言葉では、陰畫と謂つて、その暗き部は、實は明るき部であり、陰畫の明るき所は暗き所なのである。銀鹽類の分解は、投射せる光に由つて起り、乾板銀鹽は光の投射せられた瞬間に、強く屈折する放線を吸収し、これに或る液を加ふる時は、分解即ち還元せらるゝ能力を現はすもので、此場合の光の作用は、化學の觸媒體の作用に相當するものである。觸媒體とは、自身に變化を起すのでなく、他物に觸れて初めて其所に一定の化學作用を誘發せしむる働きを持つて居るものを云ふのである。

其他、光の爲めに固有の色が變じて全く夫れ自身とは異なる物理的化學的の性質を帶ぶるに至るものがある。例へば、黄燐が光を受けて赤燐となり、全くその性質の變る様なもので、沃朶も亦光に遇つて深紅色に變ずる。猶其他、殊更に化學的變化を起さないが光の爲めに其色を變ずる事は殆どすべてを通じて同様の事實である。中にも植物界に於ける光に因る化學的分解は重大にして甚だ興味深きものである。

螢光 植物界に於ける光による分解を觀察し、光の生理的作用を研究するに先つて、一の特種なる「エネルギー」轉換現象を知らなければならぬ。即ち輓近光の生物學の研究に頗る注意を促したる螢光と稱する一現象である。既に記せるが如く、太陽の光には肉眼では見えないが、然し「プリズマ」に強く屈折する放線がある。即ち石油が光體となると藍色となり、又石油の上に日光を直射すると、普通弱黄色に見ゆる石油が、美麗なる藍色を呈し、又水中に數片の七葉樹の樹皮を投ずるに、その木に含まれて居る「エスリン」は水に溶けては變色しないが日光がその液上に直射すると、液は淡藍色の輝を放ち、硫酸幾那の酸性液も之れと同様の作用を呈す。又植物の葉を細くして酒精に浸すときは、液に溶けて綠色に見え、これを日光に直射すると更に深紅色に燦くが如くに見える。甞に如上の液體許りでなく、固體の上にも此現象が現れるものである。即ち或種の螢石を日光に透せば藍色に燦くものである。この光の現象を螢石の學名よりとつて螢光と稱されて居る。青化白金はX放線を受け

て螢光を發するものであり、廣くレントゲン診斷に用ひられる。通常汚れなき黄色の青化白金紙にX放線が當ると、明らかな淡綠色に燦くものである。螢光とは放線が或る物體に吸收せられて物體自ら發光する特殊の現象を云ふものにして、特に「レゾルチンフタレイン」及び其鹽類色素は美しく且つ鮮かなる螢光を放つ。その酸類を「フリユーオレツセイイン」と呼ぶ。今、その一塊を「アルコール」に溶解すれば黄赤色を呈し、日光又は紫色線に曝せば美麗なる綠色の螢光を放つ。「テトラブROOMフリユーオレツセイイン」及び「エオジン」の液も螢光を放つものにして、「エオジン」にて染めた絹は、特殊の黄赤色の螢光に燦く。此の他「ウラニン」、「エリトロヂン」、「ローザベカール」等も螢光物體である。

螢光發作の際に行はるゝ吸收作用は次の實驗にて知る事が出来る。今、石油或は「エオジン」液の容器に太陽の光を通過せしめ、第一の器の後に同液を充して居る第二の器を置く時は、第一に見えた螢光現象が第二の方では起らない。是れは第一の器の液に放線が投射し、吸收せられて螢光を發した爲めに、

放線は最早第二の器に達しないのである。種々なる螢光性物質は種々なる放線を吸收するが故に、螢光の現はるゝには一定の放線に限らるゝものではない。其吸收の如何に従ひ物各々に應じて綠色線、赤線、紫線、紫外線が別々に働きて各自の螢光を現はすものである。石油の如き無色若くは弱黄色を呈するもの、七葉樹の樹皮の越幾斯、又は「キニン」液は弱き紫線又は紫外線を吸收すると殆ど無色に見ゆるが、最も強く屈折せる放線が働く時は螢光を放つものである。葉綠素は其「スペクトルム」にて實驗したる如く、赤色放線の一定のものを吸收するが故に、赤線にて螢光を放つものであり、「エオジン」は綠色線を吸收するが故に、綠色線にて螢光を放つ作用を持つて居る。

螢光は單色でなくて複色であるから、「プリズム」にて分解することが出来る。又螢光の多くは、そのこれを發作せしむる光線よりも屈折角少なく、波長は大である。然し中にはこの反對に屈折角大にして波長の小なるものもある。例へば「ナフタリン」赤は、赤橙色放線にて螢光を發するが、更に強く屈折して居る

黄及び黄緑放線を含んで居るものである。

燐光 螢光と異なる光の現象に燐光なるものがある、其名の示すが如く燐の性質に由るものであつて氣中に於て放光し、又光を吸収し、光を受けた時には微光を放つ。是等はすべて酸化作用に因るものである。燐は空中に於ては徐ろに燃焼して燐酸となつて微光を放つものである。彼の木又は屍の如き腐敗せる有機物の燐光を放つも亦この緩やかなる酸化に歸因し、又は彼の燐光菌の如うな發光「バクテリア」の作用に因るものである。彼の海水の發光もこの燐光菌や其他の發光體の存在せる時に現はるゝものにして、吾人の幽玄なる海の秘密を物語るのである。固より燐光は酸素との間に深い默契あるものなれば、その空氣を含まない海水に於ては直ちに消失するが空氣を含む事多き水中に於ては容易にその放光を弱めるものではない。斯くの如く燐光菌には放光作用を有つて居るものであるから、その燐光菌を培養して一緒に集める時は、茲に比較的強き光を得て、書を讀み、撮影する事さへ出来るの

である。螢の光もこの細菌の光と同一のもので、彼の螢下に書を繕きし車胤の古事も、單に讀書子の詩情を咬るものとして偲ぶ許りでなく、更に吾々は其所に微妙なる科學の一面を窺知し得る事を忘れてはいけない。

金剛石

炭酸石灰、アルカリ土類、カルチウム、ストロンチウム及びバリウ

ムの硫化化合物の如き一定の化學物は、酸化作用なくして燐光を發するものである。此等の諸物を太陽の直射する場所、又は單に明るい所へ數時間曝して置く時は、適當な蓄光器となつて、夜陰又は暗黒中に於て數時間若くは數日間も放光するものである。然し此等の物體の燐光は甚だ微弱なもので、その多くは肉眼にて見え難く、辛じて寫眞板に感光する位のものであるが、アルカリ土類の硫化物から製した發光石又は發光粉は非常に強い光を放つもので、それによつてよく讀書することが出来る。最近の研究に由ればその放光の性状は、發光物體のうちに混在せる「ウラン」「蒼鉛」「マンガン」「銅」などの性質に基づくことが解つた。即ち放光の色は發光體に混交せる諸物質に由るものにして、

「ニツケル」や、鐵の混和物は、燐光を弱めるものである。日光、弧燈、アウエル灼熱燈、水銀蓄光器に光を貯へて微光を放たしむるには、日光、弧燈、アウエル灼熱燈、水銀石炭燈の如き光源を用ふるのである。然し一口に光源と云つても紫線や紫外線の如き屈折強き放線を用ひたる場合には、放光體の燐光作用も強く、之れに反して屈折弱き放線を受けたるときは燐光は却つて碍けらるゝことが多い。斯く燐光が屈折する度の少き放線に由つて滅殺さるゝと云ふ事は、科學上興味深き現象にして、これは放線が燐光體の燐光放線を吸収するに由るのである。然しその燐光を吸収する放線は赤外線の「スペクトル」に迄達して居る。シユレツプエルが發見した動物の血液及び組織に於ける燐光は、生物學上の研究に特殊の意義を有する物理的現象である。

第三章 植物に及ぼす光の作用

光の生理的作用を知るには、植物に於ける光の影響を研究するを以て其道とす。事實、光の如く植物の生長や、枯死の消長に關して絶大の主權を持つて居るものが他にあらうか。大は鬱蒼として村里を覆ふ神樹より、小は岩間に耻づる一莖の草卉に至るまで、凡て植物といふ名に繋れる生命は、悉く此光—廣義に於ける光即ち太陽—の「エネルギー」に無關係ではあり得ない運命を持つて居る。凡ての有機體の存在の根本條件が一定の太陽熱である如く、植物夫れ自らの健全な成長も亦それに因らなければならぬ。即ち植物は各自に其個性に應じてそれに必要な温度の制限があつて、それが高きに過ぎる時も低きに過ぎる時も、共にその生存を阻止するものである。熱と共に重要なものは植物に及ぼす光の化學力である。

葉綠素の成生 「クロロフィル」は光で造られて居ると言つても過言ではない。又窒素を含む植物の綠色素は、動物の血色素が光に關係するのと全く同じやうに微妙な影響を光から受けて居るのである。かの「ヘモグロビン」が血球と結合して居るが如くに、「クロロフィル」は葉綠小體と結合して居る。然

植物に及ぼす光の作用

し夫れは液體としてであるか或は機械的に又は化學的に結合してあるかは現今の學說では未だ決定せられて居ない。たゞ葉綠小體が光を受けて綠色素を成生すると云ふ事だけは最早疑ふことが出来ない迄に確實である。即ち葉綠體には色素を含有して居るが、若し植物が天日を仰ぐ事の出来ない暗所に生えた時には、クロロフィルを造らないのみならず却て之を失つて、其色も青黄色又は、臘の如き黄色又は白色に變じ、遂に褪色の状態に陥るものである。斯くの如き暗所の植物又は光を受けない植物の一部分には、葉綠素を含有する葉綠體を含む代りに、「エチオリン」と云ふ黄色素を保有して居る。彼の日蔭草が潤澤普遍なる日光を享樂し得ないで、恰も痛める病女の如く喘々として、葉も莖も共に悲哀を象徴する淡き黄色に褪色して居るのは全くこれが爲である。けれども一度これを明るき場所へ移して太陽の光に浴せしむる時は、「エチオリン」は、「クロロフィル」に變じ、見る／＼綠色を帯びて元氣も旺んに見榮えある植物となるであらう。然し餘りに長く暗所に放置した植物は遂

に恢復の見込みがない、あはれ彼は永遠に呪はれたる植物とならなければならぬ。けに光の力も亦偉大ではあるまいか。これに反して、麗かなる五月の太陽を滿身に受けつゝ、滴る許りの翠綠に威容を調へたる植物の新綠も、結局はその葉綠體が單に太陽の光を受けたと云ふ事實に過ぎない。然しそは植物の生命に取つては實に嚴肅にして大なる事實ではあると思ふ。

總ての植物は、夫れに好適なる光を受くるときは葉綠素を生じて綠青の色を呈するに至る事は既に再言せる所であるが、爰に暗所に於ても相當の葉綠素を造る植物がある。尤も全く光の通じない闇黒な場所は問題外であるが、普通吾人の言ふ「暗所」即ち光の極めて不十分なる薄明の箇所を指しての場合であるが、それを以て見ても葉綠素は實に僅少なる微光の中に於ても啣まれるといふ事を知り得るのである。甚しきに至つては加工光源例へば瓦斯の光、石油、蠟燭の光の如き僅に讀書し得る程の弱き光に由つても其嫩芽に葉綠素を發生して自然に綠色を呈するものがある。殊に毬果植物の子葉は全く

植物に及ぼす光の作用

光が無くとも緑色を生じて、クロロフィルを作る。ブエツヘエルは葉緑素の生成は必ずしも光の場所を問はず、假令病的状態を惹起するやうな不完全なる暗所に於ても行はれるものであると説いて居る。此等の意味に於て日光から隠遁した植物は數月にして葉緑體の褪色を見るに至るのが普通であるが、毬果植物や仙人掌の如きは甚だ壯烈な抵抗力を保持するが故に、暗所に一ヶ月餘り放置しても猶緑色を呈して居る。其執著力の強き爲めに其名に反して遂に隠遁僧たり得ないのである。

總て暗所に置かれた植物にして未だ病的變化を起さない時は、優に葉緑素成生の能力を保有して居る者と云ふことが出来よう。

葉緑素形成の病的障礙 葉緑素が壞られて其活力を阻止さるゝ時は、葉の表面に白色若くは黄白色の斑點又は線條を生じ、光を受くるとも再び葉緑素を生成しなくなる。これは其成分である含鐵鹽類の缺乏する爲であつて、含鐵鹽類こそ洵に葉緑素の生成に缺くべからざるものである。かの稀薄

なる含鐵溶液が萎黃病と名づくる一種の植物の病を救治するのも此理に基くものである。秋色漸く深うして赤黄褐色の美を呈する雜木林の樹葉、或は老稻の莖、變じて黄褐色なる藁となるのも、皆病的現象の結果にして葉緑素は自家の任務を爲し終ると共に、之が副産たるキサントフィルを残すに由るのである。こは葉緑體の化學的集成物である。又彼の石蓮華屬、佛田草屬の如き多年生植物の葉が冬季赤色に變化するのも、皆葉緑體の越年の爲に其細胞液に溶けて赤き色素を生成するに因るのである。其他無數の微菌菌類脈絡植物の或るものには明るい場所で發育しても葉緑素を造らないものがある。

實驗上葉緑素の生成に及ぼす光の作用は、スペクトルムの認識部即ち屈折の少ない赤橙、黄色線、及びB、D、ブラウンホーフエル線の間の光線にて營まる。元來葉緑素は螢光性の物質であつて光より赤、赤黄及び藍紫放線を吸収するものである。随つて葉緑素の螢光は赤色に基くものである事が解かる。

葉緑素の作用 總て光に左右せらるゝ植物は、大氣より炭酸瓦斯を攝取

植物に及ぼす光の作用

して水素と同化して有機體となる際に酸素を遊離して氣中に放散するが、此酸素は空氣に混じて呼吸空氣を純良清新にするものであるから、植物の此機能は動物にとつて最も深き恩恵である。是の如く含水炭素化合物は、植物の有機性營養物として植物生活の基礎となり、其生存に缺くべからざるものであるが、それを齎す所の炭酸同化作用は實に葉緑素と光との相互作用によつて遂げらるゝものである。詳言すれば葉緑素は光と相俟つて植物の生命を維持せんが爲に日光に浴せる葉枝内にて同化作用を営み、炭酸と水とより有機物を造りて自らの養分に供する許りでなく、更に環境の空氣を清淨ならしむるものである。酸素は炭酸の分解に依つて形成せられ、其結果としてまづ第一光學集生せられた。含水炭素化合物として分離せし澱粉は、普通植物では鋭敏な葉緑素を貯藏して居る細胞内に存在するものである。

太陽放線より吸收されたる「エネルギー」は常に植物の營養となつて其生命を手くむ根本力である事は既に再言せる所であるが、植物は更に其葉緑素を

以て自己に必須なる有機化合物をよく造り得る能力を潜有して居る。故に地中の無機化合物に炭素、水素、酸素等の元素さへあれば燒くが如き沙漠の中にあつてもよく繁茂する事が出来るのである。

凡そ動物に必要な食物は、太陽の光と植物界に存する有機化合物によつて供給せられるものであつて、總ての生物の成分は、植物が光の作用によつて生成した有機化合物のうちに養源を有つて居る。即ち換言すれば全生物の生命を維持する物質の轉換は太陽の光の「エネルギー」と、植物體内に於て變化せらるゝ化學的「エネルギー」に基くものである。有機化合物は常に新しく炭酸と水とより、或は動植物組織の最後の溶解物より、又は日光の力を借りて「クロロフィル」より造らるゝものである。而して更に微妙なる宇宙は、無機體より有機體を形成し生物をして適當に消費せしめる如くに組成せられて居る。自然の活動「エネルギー」は綠色の植物の光に基く同化作用である。即ち葉緑素の光に對する密接な關係を維持することに於て成されるものと云ふ

事が出来る。

同化 日光の「エネルギー」に由つて有機體と酸素とが生成さるゝ炭酸同化作用の營まるゝ場所は、同化組織即ち葉綠質に於てである。即ち植物の日光を浴するに最も適當である綠色の葉、綠色の莖及び木梢等である。其所には多數の葉綠素を含み、網狀又は海綿狀の組織を作つて居る。殊に葉及び莖の表層細胞は杆狀を呈して鉛直に相駢び、細胞の左右兩側には葉綠小體を蓄積して光の力を受け易くなつて居る。海綿組織をなして居る細胞には杆狀の突起を備へて無數の氣道が相錯雜して居る。それが強き光を受けると葉綠素小體は之に應じて其位置を換へ、網狀組織内に葉綠小體の頗る多きに係らず、猶よく光を海綿狀組織にも導き入れるのである。又葉の裏面より反射せる光も入れる事が出来る。

葉綠體を隨所に分布して光を受くるに容易ならしむべき装置は極めて巧妙である。それが高等植物の如き分業を行ふものに至つては其構造もよく

發達して居る。柔軟なる嫩葉の廣く伸び居れるは葉綠體を宿すに都合よきものである。葉綠體の同化作用は既に説明した所にして、葉綠素の生成には無機化合物が必要であることは想像するに難くはない。同化作用は十分な日光によつて豊かなる葉綠素を生成し得る時に於て特に盛んである事は、今までの諸說によつて直ちに理解することが出来る。従て花瓣などの様に赤や褐色等の色素に於ては炭酸同化作用は行はれない。尤も山毛櫸の葉は赤色を帯びながらも綠葉の夫れの如く同化作用を營むものであるが、その作用は緩徐にして實に微弱なものである。この場合では赤色素に葉綠素が僅に混じて居るに外ならぬ。葉綠體は時に全く別種なものと變ずる事がある。例へば青き果實の黃に熟し、澗葉樹の葉の時雨に濡れて紅色に染めらるゝが如きは其一例であるが、之等は葉綠體が赤、褐色の色素體に變化されたる結果であつて、最早同化作用能力を失つて居る時である。

光の強さ

炭酸の分解は瓦斯の如き弱き光の下にても行はれ、又孤燈な

植物に及ぼす光の作用

れば一層よく行はるゝが、然し此作用は暗陰にては極めて微弱である。即ち同化作用は光力が加ふるに従つて炭酸分解が旺盛になるものであつて、光の強度に正比例する。然しこれには一定の制限がある。若し其一定度を超過したる光力を與へる時は、香に酸素の放出を増加せざるのみならず、却て葉緑體を害ひ之を破壊して炭酸分解の可能性を奪ふに至るものである。故に餘りに強きに過ぎ若くは弱きに過ぐる光線は、共に同化力及び榮養に害あるのみであつて何等の効もない。彼の強烈なる夏の日に焼かれる時には、繊弱なる植物の枯死するに至る事は吾人の日常目睹する所である。

機那の木は、強き光に對して特殊の感光と反應とを呈するものである。嘗て此木を南米より亞弗利加に移植して異域に於ける生長を試みたことがあつたが、樹幹は母國の夫れの如く繁茂せるにも係らず、其樹皮には機那成分を含んで居なかつたので、學者は其現象を奇として講究に講究を重ねた結果、其樹皮に寄生せる苔が機那成分の生成に缺くべからざるものであるといふ事

を發見した。即ち苔は機那成分の生成に有害なる光の放射を防ぐ爲めである事を知つた。そこで更に其樹皮に防光を施した所が、極めて良好なる効果を收めたと云ふことである。

葉緑素の光の吸収 光線の炭酸分解の作用を営むものは主として、スペクトルムの認識線である。然しながら更に、光が組織内に透達する深さによりて、其性質の變化するを一顧する必要がある。光が表面の葉緑層を通過して深層の葉緑體に達する迄には、各層に漸次吸収せらるるによりて其光の性質と云ふものは各瞬間毎に異なるものである。エンゲルマンは分光器を用ゐて之を實驗したが、葉緑體の最上層にては同化力が最も強大であつて、葉緑素の吸収せる放線は、ブラウンホーフエル線のB線とC線との間のものが最も強く、之に次いでF線とG線との間のものであつた。葉緑素の同化作用と吸収作用とは全く類似せる所がある。最上層の葉緑體の次層にあるものは恰も著色紙の後におるやうなものである。即ち葉緑素の螢光を放つ放線

は第一層で濾過されて、第二層には達しないから、第二層にはB線とC線との間の放線が缺乏する。故に第一層で最大であつた同化作用の場合でも同じ所では極小となるものである。最も多く其同化作用を営む所は、ブラウンホーフェル線のD線とE線との間に在る線に近い部分である。そして各層に於ける同化作用の強さは各々異なるものであるが、總體の同化作用を営むものは、D線附近に於て巨大である。換言すれば光の同化作用を営む最大放線は黄色部である。之は黄色線は葉綠體の深部迄透達して強き働きをなす爲めである。赤色線も亦其力は強いが表面に於て消費される。葉綠素は日陰に於ても同化能力があつて黄色線に由つて促される。

藍及び紫色線は、同化及び榮養に働くことが少ない。藍紫又は紫外のみでは綠の植物は榮養の缺乏を來し早晚枯死しなければならぬ。光及び種々なる放線が、同化作用に及ぼす影響を檢しやうと思へば、エンゲルマンの細菌法を用ふるのが最も便宜である。即ち腐敗菌は酸素の混在する時に其運動

が活潑なものであるから、葉綠素の少ない細胞でも光によつて放出した酸素を以て其作用を試験する事が出来る。

植物の生長

光が如何に植物の發育繁茂に影響するものであるかは、屢々繰返して言つたことである。即ち或る植物を暗所に移す時は葉綠素及び綠色を失ふ許りでなく、莖杆細長く伸びて極めて弱々しく、節間、葉柄は長く、葉は細く曲り、莖及び葉柄との割合を失ふに至る。之を適度の日光に浴して莖幹も葉も頑強に鬱蒼として、繁茂し如何に抵抗力、支持力の強きかを誇示せる植物に比較すれば洵に同日の談ではない。之を顯微鏡にて檢するに、前者の組織は細胞が短く發育可良なるに反して、日蔭の夫れは細胞は細長く脆弱にして葉綠體少なく、殆ど退行性的現象を呈して居る。

カミール、フランマリオンは種々なる色を持つ所の放線の植物成長に及ぼす影響がそれごとく如何に異なつて居るかを實驗した。グーバハルトの謂ふ所に由れば、フランマリオンは分光器で其單色性を檢した色と、各色の硝子とを

植物に及ぼす光の作用

使用して小屋を建てた。第一號には藍色硝子を、第二號には赤色硝子を、第三號には綠色硝子を、第四號には無色硝子を用ひた。所が藍色硝子の室では植物の成長は遅々として甚だ振はず、且相當の日時を経ても矮小であつた。綠色の室では稍、生長の見るべきものがあるが尙下方に垂下して居た。然るに赤色の室にては驚くべき程繁茂をなした。即ち此實驗に供した高さ約三厘許りの含羞草^{ミムリダウ}は赤色光にては四十二種に、無色光にては十種に、綠色光にては十種の高さに伸びたけれども、藍色光室にては殆んど生長の見るべきものがなかつたとの事である。然し植物の一般生活條件として光は熱の如く重要なものではない。光を必須とする植物に於てすら、或る組織には光の作用を要せないものさへある。現に根は眞暗黒の地中でも發育蟠居するに至るが、光に對して毫も幹や葉の如き愛著はない。

日々に光を換へ又は光の強さを著しく弱めるが如き、一時的の變化は左程植物成長に有害なものではないが、高温度の動搖は最も其生長力を阻碍し若

くは停止せしむるものである。元來植物の刺戟機は日光中よりも陰暗中に於てより鋭敏なものである。一度日陰に移さるゝ時、彼は其刺戟機を強度に張つて再び日光に浴し得る時まで耐ゆるのである。故に植物は其生長力を保有する限り、一時的陰暗は却て生長を促進する事になる。然し陰暗が餘りに長時間に涉ると、今度は無感覺になつて發育が阻止されるか或は其生長が別の方面に向ふやうになることがある。

光の強さが或限度以上に昇る時は葉綠體裝置を損傷する許りでなく、其生長を阻害する事さへある。普通十分に天光に浴して居る野外植物には、光の強さが適度を越して害を及ぼす如うなことは殆どない。然れども平常日陰に育てられて居た植物が急に強き日光に照らされる時は、餘りに烈しい刺戟變化の爲に枯死するに至るものである。下等な植物には中等度の日光にさへ堪え得られないで不成長に終るものが多くある。此點は後章細菌と光との關係を論ずるに當つて更に詳説することにする。

開花 光は又開花に影響することは云ふまでもない。顕花植物の或る種のものには、光が不十分な爲に花瓣の發育を遅くする結果、開花期を後くらすのみならず時には全く開花せずして脱落するものさへある。然し中には直接光の天恵に浴して居なくても花を咲かせ且花期の長い所謂日蔭の花もある。けれども夫等の花色を彼の明るい光のうちに舞踊して居る豊麗な花の色に比する時は寔に見劣りのするものである。又同じ一つの植物に咲く花でありながら山腹に育つて比較的多くの光に浴したのと、幽谷に生れて淡き光に湛へて居る花とは色の際立つて相違して居るのを見ても知ることが出来る。栽培者は斯くの如く光に對する花自身の反應力によつて其色合を變するの自然性を捕へ、種々なる花色の變化を試みることを忘れない。接骨木に種々なる色の花を作用せしめ、其光の色に應じてとりどりの色の花を咲かしめ、或は花賣が河岸より運べる花の蕾を注意して日に當てるが如きも等しく如上の理に由るものである。

既に述べたるが如く、葉緑素の成生及び其機能は屈折の弱き放線に起因する事多く、其生長は屈折の強き藍紫及び紫外線に由る事深きものである。こは一見植物の成長を遅延せしむる作用あるが如く見ゆるも、其實正規の發育を促進するものである。開花も亦紫外光線の働きであつて植物の綠色部に花の成分を促す爲めである。多くの花に於ては、其開花期は光即ち紫外線の缺乏によりて遅るゝものである。

光の運動刺激 植物は光に由つて運動の現象を現はす。即ち生長に影響せる放射は又運動刺激を促すのである。斯くして藍紫線は植物の或組織に作用して重力と共にそこに外形を造る。植物が如何に光を愛好すべく先づつけられて居るかは、彼の太陽に面せる部分が頗る旺盛に發育する事を以て見ても知る事が出来る。

日光感應或は向日性 一方よりさし入る光の刺激又は光量の差に由りて生ずる方向的運動を稱して植物の日光感應性と云ふ。一方より採光せ

植物に及ぼす光の作用

る室内にある植物は光の刺戟に應じて葉柄及び莖が光の十分な窓の方へ伸び行かんとするのは此理に由るものである。斯くの如く葉は常に光の放射に對して直角の位置をとり、花は花瓣を光に向けて咲き、以て最も適當に光の天恵に浴せんとする状態を向日性と稱し、之に反して根根莖の如く日光より可成遠ざからんとする天性を背日性と稱するのである。

此場合に纏繞植物の蔓の廻旋状態を観察する事は頗る興味深き問題である。該植物は一般に向日性のものであるから日に面せる側の蔓延は極めて速であるが、之に反せる面は其伸展甚だ緩徐である。然し、蔓屬の或種には背日性を有するが爲に親樹の影に纏つて居るものもある。向日性の運動は外界の種々なる事情に順應する爲に常に多少の變化を受るものにして、彼の花柄は花時に於ては向日性を有するものではあるが、果實の熟する時には巧に背日性と變節し、以て果實の成熟を保護せんとするの微妙な働きをなすものである。總ての刺戟運動に見るが如く、植物の向日運動の主原因をなすものは、

細胞の原形質が刺戟に因て興奮し、生長力の増進によつて屈曲現象を起すに由るものである。刺戟作用を説明するに、従來は植物に日光感應官が存在して居る、即ち表層細胞の中にある特別の成形素によりて營む事と思つて居た。日光感應性は光の強さに比例するものであるが、光の強さが増加すれば普通向日性ある多くの植物にても光を避けんとするものである。即ちかゝる場合には本來の向日性が背日性となる譯である。日光感應の著しき植物としては、先づ指を日向草ヒマツグサに屈しなればならない。彼が太陽の運行に従つて花の方向を變じ、朝に東面して朝暉を迎え、夕に西面して夕陽を送るは何人も知る所である。

偏光性運動 生ける植物が外界の事情に應じて能動的に運動する現象には看過すべからざる意義がある。寔に總ての植物は是に由つて生長し、外界の事情にも順應して其形を變じて行くのである。殊に興味あることは、植物にも亦感覺あるのではないかと疑はるゝ所謂彼等の夜間運動若くは睡眠

運動である。即ち此運動に因ると植物は晝間或は芽を出し、花を開き、嫩葉を伸し、營々として彼自らの生命を育むべく勤勞して居るに係らず、夜間には全く是等の機能を閉鎖して以て安眠の状に入るのである。是は全く光と温度の變化に基く周律的運動に由るものであつて、光少なく温度低ければ直立して居た花も垂れ下つて花瓣を閉ぢ、嫩葉も鎖すに至るのである。斯かる現象は日々光の爲に繰返し、温熱の上昇する時は刺戟の度も高められ従つて温熱反應も強くなつて、屈曲運動を運動關節に起すのである。植物によつて此反應作用に強弱の度合があり、従て外形の變化にも、或は日中と夕暮と夜間とに由りて夫々變化するものもある。含羞草ミムラリスは此最も鋭敏なる植物にして夕暮に至ると廻轉運動を成す事は何人も知る所である。猶此花は機械的刺戟によつて同様の運動を起さす事が出来る。又或種の花には、其花粉傳播を蛾の媒介によつて爲さるゝ爲に、夜間は開いて居るが朝になれば萎むものがある。總てかゝる周期性運動は屈伸關節の上下端にて營まれ、光の明暗に由つて組

織張力が變化するのである。

植物の向光運動は光に對する直接運動であつて、熱と機械的刺戟に由つて起るものであるから、其屈曲運動は光の間接作用である。光の刺戟作用か働きて且温度又は機械的刺戟があれば、植物は過敏な運動現象を起すものである。彼の含羞草ミムラリスを長く暗所に放置する時、それは麻痺状態に陥り、僅かの機械的刺戟を受くると反應運動は阻害せらるゝものである。而して植物の興奮性を保持するに必要な光の強さは各植物に従つて相違がある。酉草の偏光運動は微光に由つても保たれるが、含羞草は斯程の微光では運動力を失つて仕舞い強剛コウコウつた状態に陥るものである。

偏光性を左右する放線は認識線の「スペクトル」の強き屈折あるものでなければならぬ。赤及び黄色放線による傾向作用は微弱であつて、徒らに葉の睡眠運動を促すに過ぎない。光の強弱に従つて傾向状態、睡眠運動の起始時及び其経過に差異があるが、勿論葉の重量に關係する。凡そ花の咲くには、弱

き赤色光線にて十分であつて、却て藍色其他の明るき放線よりも早く咲くものである。又光の運動に對する刺戟は、葉綠素にも及ぶものであつて、之が爲に其組織の位置及び状態を變化することが出来る。葉綠體は、常に好適の光を受けて葉綠素を運び、能ふ限り「エネルギー」を利用せんことを欲する、故に若し餘りに強き光を受けると時は、其葉綠素は表層に移動して暗綠色を帶び、未だ光を受くること薄き葉と自ら區別し得らるゝまでに顯著に變化する。斯く葉綠小體の移動するのは全く強き光力の害より避けんが爲である。其他定著せる葉綠成形質には葉綠素の受光を保護して加減按排する爲の運動性を備へ、網様細胞の葉綠成形質は、光の十分なる時は半球狀となつて細胞内に突出し、光の強さが増す時は扁平となる作用を持つて居る。是れ葉綠小體は常に光の投射と銳角の位置を保つて居るものではあるが、半球狀の突起となる時は採光に便易なる爲である。苔の葉綠體は弱き光の時には細胞の上層に集合して投射光線を可成廣き面に受ける事に努める。然しながら強き光の

時には細胞の側面に集合して投射光線を避ける事を忘れない。

ヘルテルは紫外線が水黴科の一種である「エロデア・カナデンジス」(Eldoa

Canadensis)に働く時は、原形質の運動が緩徐となる事を實驗した。氏によると

葉の邊緣に於ての運動は僅かに二分乃至三分間にて休止し、光線を受けたる細胞には到る所に原形質が鬱積して居た。而して光線を早く除く時は再び平常に歸つて流動を始めるが二十分間も照輝すると再び運動を中止す。波長短かき放線に反して黄色線はかゝる麻痺作用を起さないさうである。

轉位性運動 光線生物學に重大の意義あるものは轉位性運動(全體運動)

であつて、之は自由に運動し得る原形質、又は多くの藻類の游走成形小體等に観察する事が出来る。是等の獨立運動を營むものは、光を運動の刺戟として感じ、光に反應して毳毛を光線に向け、又光線を避けるのであるが、此くの如き運動を光性運動と名づけ、光に近づくか又遠ざかるによつて之を逃走性と趨走性とに區別する。大抵の游走胞は此兩者の何れかに屬して居る。スト

ラスブルゲルは嘗て囊状藻科の一種ボトリヂウム、ギラメラーツウム (Botrydium granulatum) の胞子にて興味深き實驗を試みた。即ち顯微鏡にて驗して居ると先づ胞子は平等に溶液に配分されて居るが一度之に日光が投射すると、胞子の一端は速かに光に向ひ大速力を以て並行に運動し、暫くして胞子は悉く光に向つて集合する。更に試験器を百八十度の角に廻轉すると胞子は早忙として光の方に位置を變じて急ぐのである。斯くの如く向光性運動は勿論光の強度に關係するものであつて弱き光には其影響を見ることが出来ない。今硝子皿に水を盛り、之に囊状藻類の感光受性強き游走胞子を入れて日光にて見るに、此水は一樣に綠色を湛え、游走胞子が水中にて様々に遊走して居ることを知る。今此硝子皿の位置を定めたまゝ、後方暗き一方より射入る探光室内に徐ろに運ぶ時は、胞子は光さす方を慕つて急ぎ行くのである。更に其水上に直接日光を投射すると今度は游走胞子が光より逃げ去る奇現象を呈するに至るのである。之を以て吾人は、光の強さが劇増する時には元來

趨光性であつたものでも逃光性に變ずるものであることを知り得る。即ち實驗の結果通常の游走胞子は弱き光に對しては趨光性のものであるが、強き光には逃光性のものであることは強ち單なる假定ではない。

然し乍ら胞子各自の種類に由つて其反應關係に差異ある事は言ふ迄もない。否同じ胞子でありながらも、そこに相違を持つものさへある。「ボロークス、グラツパートル」(Volvox globator) の成熟せる胞子は、未熟の胞子よりも弱き光に作用される。ストラスブルゲルの報告せる如く、たとへ光の強さは一定して居ても胞子成熟の如何、慣光程度、水の溫度及び酸素の張力の如何が重大な關係を有つて居るものであつて、その反應状態に相異を來たすものである。尙此外に歸極性と名づくる胞子の運動現象は常に光線の方向と其長軸との位置を一定相伴はしむる運動である。然し此歸極性の運動に於ても、數分間に互つて照輝する時は急に之と反對の方向に轉ずるものである。

綠色なき植物 植物と光との關係を論ずる時には、常に綠色植物を引例

植物に及ぼす光の作用

とした。是等の植物には著しく同化器に緑色の葉緑素を保有して居る。けれども植物の中には葉緑素が單に綠色許りではなくて、別に黄、赤、黄、赤、黄褐色などを有つて居るものもある。彼の海洋深き所に隠棲して居る多數の赤色をなす海藻の如きは夫れである。吾人は斯くの如き水生植物の變色を究むるに當つて、光を探り納れる海水が其深淺によつて色を異にすることを觀察する事は興味のあることである。彼の瑞西のゲラフ湖水は蒼然たる碧色を湛えて居るが、五乃至二十米の深所に於ては最早綠色を帯びずして赤若くは黄色を呈し、ネーブル海心に棲む貝殻又は植物は赤色の勝れる特殊な色性を備へて居ると云ふ。從來研究の結果海水の深淺によつて植物及び動物は其層の各色に伴ふ色を帯ぶるものであると云ふ事が解つた。即ち第一層には綠色、第二層には褐色、第三層には赤色の動植物が存在すれども第四層をなす最下層に於ては最早植物の蕃るものなくして、唯白色動物あるのみである。如上の區別法は嚴密なる意味に於て未だ正確なものと斷言する事は出来

ないが、此種の研究に對して多大の資料を供し、且つ方法の道を開いた事は言ふ迄もない。斯く上層には綠色、下層には赤色の植物を生ずる事は光力强弱の相違に煩はされた結果にして、エンゲルマンは此實驗を試みんが爲め分光器を以て精密なる分解をなしたのであるが、水層深く透入するに従つて光の強さ、光の色の變化する事を認められた。即ち深所に於ては赤色光線は頗る強く吸収され、緑及び青色線は極めて微弱なものである。従つて下層に進むに従ひ綠色の水生植物は赤色若くは黄色の光線を吸収する事が減し、又綠色葉緑素は殆んど綠色又は綠藍色光線を吸収する事がなく、容易に之を通過せしめるか、又は反撥して他の綠色植物の如くに炭酸瓦斯を分解しない。従て綠色の葉緑素は爰には赤及び赤黄線より影響を受くのである。彼等には補色を吸収する巧妙なる作用を具へて居る。總ての生物は色の補色線を十分吸収するが如く、水生植物も亦其葉緑素の色合に好適なる光に感應して生活して居る。元來葉緑素は如何なる色を帯ぶるも炭酸を同化する可能性を有つて居る。

る。故に彼等海底植物は光の性質に由つて其色を變じ赤、赤黄、黄、黄褐色の葉綠素を保存して居るとはいへ、植物夫れ自らの生命持續の作用に何等の故障もなく、光に關連し其蕃殖に勤勞で居る。

第四章 細菌に及ぼす光の作用

光の細菌作用 光が植物の生理的作用に及ぼす實驗の内最も價值あり又重大なものは、植物性下等有機物即ち細菌に對するものであらう。光が病者に對して有效なる治療者であることを發見せられてより、寄生病原者に對する光の關係はあらゆる方面より研究せらるゝに至つた。就中、光の殺菌作用の如きは確かに人類に惠與することの甚大なるものである。寔にその細菌の發生や繁殖や及び生長を阻碍し、之れを死滅せしめねば止まない光の偉力には驚くべきものがある。

ドウネス及びフランチの實驗

ドウネス及びフランチは、光の細菌に及ぼす作用を精細に研究した最初の人々である。彼等の研究當時は未だ細菌學の知識も幼稚な時代であつたにも拘らず、彼等が一八七七年、一八七八年に倫敦のローヤル・ソサイティーに於て報告した研究論文は、現代の學界にも尙權威を有すべきものである。資料薄弱なる當時に於てよくこの系統ある熱誠なる業績を擧げ得たことを思ふ時、吾人は氏等に對して深く敬意を表せずには居られない。この研究に由れば、直接なる太陽の光は勿論間接なる散光ですらも尙能く腐敗菌の發生を阻げ得るのみならず、その照輝を長くし、且つ光の強度を増加する時には之を死滅せしめ得るものである。

培養基に發生せる腐敗菌の殺菌を行ふには日光に曝らすのが最善の法である。この消毒作用は熱に由るものではなく全く光の作用にのみ基くものであつて、屈折力の強き放線の働きに因るのである。屈折率の小なる赤色線及び黄色には斯かる殺菌作用をなす力はない。然し斯る作用に際しては放

線の影響のみならず、培養基の乾燥濕潤の如何、其他の性質によつて効果に差異を生ずるものである。ドリーネス及びブルントの研究にては、光の影響は間接の作用であつて、培養基先づ光を受けて化學的に變化し以て殺菌效力を現すものであるか、若くは細菌發生の阻止期の如何等に就ては十分窺知することが出来なかつた。然し光の作用には游離酸素の存在を必要とし、光と酸素との兩因子が協力して以て殺菌の實を擧げ得るものであつて、若しこの兩者が個々の働けば何等の作用をも起らない、すべて細菌の物質代謝作用は光に對して過敏であり、其感光には酸素の存在を必要とする。

ドリーネス及びブルントが報告して以來、此問題に關して種々の方面より新研究を試みられ、細菌學は轉近長足の進歩をした。かくして純粹培養法の發見又は細菌性質の闡明よりして種々なる實驗に理學的要件を定め、光線作用の比較判斷を成し得るに至つて爰に各放線の效力を明かにし、以て光の性質によりて最も確實に細菌の發生、生長を阻止減盡し得る方法を知るに至つた

のである。

フネルの實驗

フネルは通常の、アルカリ性肉、ペフトン、加寒天の培養基を試験に用ひた。即ち該培養基を沸騰して溶解し、四十度に冷却したる後、或肉羹汁培養の細菌、窒扶斯菌、大腸菌、綠膿菌、靈菌、虎刺亞菌を此寒天培養基面に一様に塗布したる後、培養基の裏底へ黒紙にて十字架形のものを作りて張り、他の場合に黒文字を記した蓋を覆ひたるまゝ、底を上に向け、直接太陽の光に一時間乃至一時間半曝し、散光の場合には五時間たる後培養基を解卵器に入れて器内の温度を高め、細菌の發育に適當ならしめて放置したるに、二十四時間後には培養基に細菌發育して十字形に現はれた、黒き文字の時には文字の像をとつて現はる、これ光に照輝されない黒紙の下の細菌は能く發育することが出来たが、直接光を受けて居た他の部面には發育阻碍せられて遂に絶滅せらるゝに至つたのである。フネルは彼の窒扶斯菌が怖るべき窒扶斯病の原因であることを證明した人である。培養器の基底面に張つた黒

細菌に及ぼす光の作用

色文字に代ふるに寫眞像のある乾板例へば景色の乾板を以て掩ひて培養基を光に當てたるに、像の黒き部に應じて發育する細菌と死滅する細菌とが出来た。

集合光

細菌に働く光の力及び光に對する細菌の抵抗力を研究した學者は頗る多くあつたが、實驗の準備不完全であつた爲め明確な資料を供する者が極めて少なかつた。元來光が細菌を殺すに足る能力があると云ふことは謬見である。細菌を弱き光に終日、一週若くは一ヶ月間も續けて曝しても恐らく何等の影響も受け得ないであらう。茲に於てか光が細菌を殺滅すると云ふことは、必らず光の強さの一定程度に關聯しての問題でなければならぬ。即ち光の殺菌力は或る強度に達して後効果あるものにして、光が集合するに従つてその力も高まるものであると云ふことが可能なる。換言すれば殺菌に必要なものは「集合せる強き光」である。

フィンゼンの實驗

フィンゼンは如上の關係を實驗せんがために、先に

ブフネルが考案した扁平培養法を模型とした肉、ペプトン、加寒天と肉、ペプトン、膠質との混和培養基、又は肉、ペプトン、寒天培養基を作り、肉羹汁に培養せる細菌の二三白金耳量を塗布し、是を一二時間光に曝した。但し氏は斯る實驗を二様に行ひ、甲の培養基を直接太陽の光にこの培養基には集合せる太陽の光線を用ひ、乙器には太陽の熱作用を防がん爲に光に曝せる間、冷水をその培養基の表面に注流し、又各基の培養面上には紙に數箇の小孔を穿ちたるものを張り著け、その紙の一面を黒くして光の透過を防ぎ、他の半面を白くして光に向け、以て熱を反射せしめ、又集合光に曝したる乙器には、各小孔の傍に一二三の文字を記入して其の數字丈の時間だけ照しては紙を除き墨を洗ひ去りて解卵器内に移せば、二十四時間乃至四十八時間の後には受光の結果を明かに知ることが出来た。即ち受光長い方の小孔内の細菌の活力は減退或は死滅し、黒き文字の下にある細菌のみが生長發育して文字形を作るに至るのである。無論該兩器の實驗は同日同時刻同一條件のものに成されたのである。

る。此實驗によつてフインゼンは、集合せる光は通常直接に受くる太陽の光よりも殺菌力の遅ましきことを知つた。靈菌の純培養のものゝ發育を阻止するには、集合せる太陽の光ならば三分間で充分であるが、通常の太陽の光は四十五分間を要し、八月の眞晝の太陽の光を集めて細菌に放射すれば、その發育力を僅か一分間にて阻止し、之を殺滅するには五分乃至七分間を要するのみである。これを通常の光にて前同様の程度に發育力を減退せしむるには十五分間を要し、絶對に殺滅するには尠くとも一時間を要する。

フインゼンは集合光が細菌の發育に及ぼす作用の時間を實驗して統計した。然しその數字的價值はもとより絶對のものではないが、頗る明細を極めたもので、その成績も比較的良好であつた。フインゼンの此實驗方法による時は、培養基の大部分を黒紙にて掩ひ些少の光だも通過せしめなければ細菌は受光部以外の所に發育し得べきや否や、若くは接種せる芽胞は生活力を得て能く發育を遂げ得るや否やの如き問題に對して容易に解答を與へ得るも

のである。受光した細菌が現出する文字は、前述の如く培養基の受光部に於ける細菌の發育を阻止する迄の時間を知るに足る。細菌が障碍せられ若くは死滅するには彼の集合光の熱は此關係に與らない。若し之に熱作用が影響するものと假定する時には受光部許りではなく、文字の下及び其側の細菌も共に死滅しなければならぬ筈である。

集合光に於ては光の作用が著しく増加する事は弧燈試験に徴して明かである。約四千燭光二十五「アムペア」の弧燈の光を集合して細菌に働かしむるに、通常の光にては細菌發育の障害に一時間半以上を要し、其死滅に八時間乃至九時間を要したものが、僅かに十五分乃至二十分間に足りるのである。

化學線の要義

光と細菌との關係を考究せんとする時に極めて必要な觀察は、光の何れの放線が細菌を殺滅するに效力ありやといふことである。通常吾人の認識し得る光は、細菌の發育を抑壓するものにして屈折係數の増加するに従て其抑制力も強くなり、最も強く屈折する光が最大威力を有する

ことは現時の學說に於ては最早異論はない。従て青色、紫色光線及び紫外線の如き波長の短き光は波長の長き光線に比して、より強き殺菌力を保有して居るものである。

マーシャル、ワールドは、スペクトルムの何れの部分に殺菌力あるかを嚴密に實驗した人である。氏は寒天扁平培養基を用ひ、脾脱疽菌又は他の細菌を接種して太陽の光若くは弧燈の光の、スペクトルムに曝し、其一部分を硝子にて、他の一部分を石礫板にて掩ひ、斯くて太陽の光の、スペクトルムにて五時間照輝せるものと、弧燈の、スペクトルムにて十二時間照輝せるものとの細菌の状態を驗察したのであるが、綠色光、青色光及び紫外線を受けたる培養基に於ては細菌の發育は妨げられて居り、赤外線、赤色、橙色及び黄色光線を受けた部分には細菌は好く發育状態を示して居る。又石礫を通過する弧燈の光では其効力は遠く紫外線の外方にまで及んで居るが、硝子面を透過した光は殺菌力を失つて居ることを知つた。マーシャル(一八九四年)は殺菌力ある光は、ス

ペクトルムの青紫色の部であると報告して居る。

紫外線 千九百一年にストレーベルは紫外線の要義を研究し、スペクトルムの紫色部を遠ざかる波長の短き紫外線が、細菌を殺滅するに最も効力あることを確め、感應電流の「カドミニウム」と「アルミニウム」の兩極間に發する火花にて證明した。但し此紫外線は吾人の肉眼にて視ることが出来ない。

フインゼンの石礫集光装置 千九百三年にフインゼンは炭素棒の極より發する弧燈光の紫外線を、硝子製集光器の「レンズ」の代りに石礫製の「レンズ」を以て透過せしめて殺菌力の試験を行ひ、遂に見るべき効果を齎らした。石礫集光装置を通過する光は靈菌の培養を二乃至三秒間に死滅する効力を持つて居たが、硝子製のものを用ふる時には同等の結果を得るには尠くとも三十五分間以上を要した。弧燈の光は紫外線を多量に含むことは汎く吾人の知る所であるが、石礫は即ち此紫外線を十分透過せしむる性質を有し、硝子は之に反して其大部分を吸収して屈折の少ない一部分のみを通過せしむる

細菌に及ぼす光の作用

に過ぎない。従て其殺菌力は硝子よりも遙かに弱い譯である。

屈折係数の大なる光は、スペクトラム紫外線の外部にも及び、細菌に著しく作用するも、硝子を通ずる時は其効力が著しく減する爲に、普通弧燈の紫外線を治療に應用する時には必ず石硯製のレンズを用ふることになつて居る。

太陽の光の集合 太陽の光は雰圍氣中を通過する間に、紫外線の大部分を失ふがために、地球表面に於ける紫外線の量は、他の加工光線の光に比して少量たるを免れない。されば太陽の光を集合せんとする時に徒らに高價なる石硯レンズを用ふることは甚だ不經濟である。けれどもフインゼン^{Finzen}は紫外線の内方の一部分には硝子を通ずる性質あるものを發見した。即ち一方には硝子レンズにて他方には石硯レンズを以て集光し、之を綠膿菌の培養に試みたるに、前者にては五分間、後者にては三分間を要することを知つた。勿論之は實證ではないが、たゞ紫外線の區域にある放線が殺菌力を有するこ

とを知るに足るのである。

ヘルテル等の實驗 千九百四年ヘルテルは、マグネシウム光の發する強度の紫外線は、種々なる細菌を短時間内に死滅することを述べ、窒扶斯菌、虎列刺菌、大腸菌等の懸滴標本を作り、光にあて、顯微鏡下に檢せしに、細菌の死滅する時間は懸滴の部位に由つて異なり、上部のものには六十秒間を、下部のものには二十九秒間、中間のものには四十秒間を要した。而して受光後此露滴を培養基に塗布し發育要件を施して培養に努めたが遂に發育が出来なかつた。

チーレ及びウオルフ曰く、青色の岩鹽は紫外線以外の凡ての光線を吸収する性を備ふるが故に、之を透して太陽を望む時は全く暗黒に視ゆるものである。今此青色岩鹽液を以て細菌培養菌を蔽へば、多量の紫外線を含む光のみ通過するが故に殺菌力に著しく、室を岩鹽にて暗く塗るだけにても、能く紫外線を放散して殺菌の目的を遂ぐるものであることを證明した。

細菌に及ぼす光の作用

「スペクトル」の各區域によつて、作用の相異なることをフインゼンの門下生なるワルデマール、ビーが立證せんことを試みんとした。先づ靈菌の寒天培養を用ひ、三十五、アムペーア、四十乃至四十六、ヴォルトの弧燈即ち約六千燭光の集合光線を具へ、其熱線を遮る爲に適當な冷却装置を設け、而して集合装置と細菌培養基との間に種々なる液を充せる硝子管を一列に並べ、硝子壁の厚さを一様なものとなし、而して各部の「スペクトル」を綿密に測定して硝子管を通過せしめた。此豫備實驗の結果、純赤色の光即ち七百六十億萬分乃至六百五十六億萬分の一耗の波長を有する光線が、殺菌力を現はすものである事を知つた。此光を以て九十分間照輝する時は細菌の發育が減退し、若し赤色光に換ふるに橙光及び黄光を混する時は十八分間以内にて同等の効果を舉ぐることを知つた。又七百六十億萬分乃至五百四十一億萬分の一耗の波長の光線にては九分時間以内にて殺菌したのであつた。斯の如くビーの極めて強き光線を實驗に使用したるに鑑み、吾人は弱屈折をなす光線の効力は

僅少にして、此等の光線には細菌が長時間抵抗し得ることを自ら推知し得る譯けである。すべて波長の長き光線には殺菌力がない。又赤色及び黄色光線は細菌の發育及び繁殖を阻止するものであるが、一面には之を促進する力を具へて居るものである。其他有色「スペクトル」の各部は、殺菌作用のあるものではあるが、光の強さが一定程度にまで高まらなければ其效はないのである。

ビーは又波長の長き光線を波長の短き光に混じて驗したるに、殺菌力の著しく減退して居ることを知つた。例へば綠色を混じた場合には培養を衰弱せしめるには六分間を要し、全く殺滅するには四時間の持續放射を要した。そしてその光の波長は七百六十億萬分乃至四百六十億萬分の一耗のものであつた、赤色、橙色、黄色、綠色、青色及び一部の紫色光線でその波長が七百六十億萬乃至四百十八億萬分の一耗のものでは、三分間にして培養の活力を減じ、二時間にして殺滅した。波長の四百二十六億萬分乃至四百十八億萬分の一耗

の屈折係数大なるスペクトルムの混合せる光は其效力大にして四十五秒間にて細菌の活力を減じ、八十分間にて殺菌した。全有色スペクトルムを包括する光は細菌の發育を阻止する迄に二十秒間を、殺菌には三十五分間を要した。

認識紫色スペクトルムに鄰接せる紫外線は、其波長の三百億萬分乃至三百五十耗を算用し、硝子を通過する性を備へ、全スペクトルムの光力の二倍の威力を有し、更に外部紫外線に至れば威力一層増加して二百億萬分乃至二百九十五億萬分の一耗の波長を有し、硝子には吸収せらるゝが石炭を透過する性あることをビーは證明した。又内外紫外線は各作用を異にす、石炭を透過せしめて此殺菌力を比較するに、石炭を通過すれば一分間を要し、硝子を通過すれば十二分間を要する。ビーの説に由れば波長二百億萬分乃至二百九十五億萬分の一耗の紫外線の效力は、波長二百九十五億萬分乃至七百六十億萬分の一耗の間にあるスペクトルム效力の十倍乃至十二倍であると言つて居る。

ソーフアスバンクはフィンゼンの門下生にてビーよりも一層綿密に紫外線を測定した人である。氏は其實験装置をマーシヤルワイルドの方法に倣つて、炭素弧燈のスペクトルムの各部の效力を直接に研究し、遂に紫外線の細菌に及ぼす作用を曲線に描寫して二大極點を發見した。猶バンクは炭素弧燈のスペクトルムにては外部極大點の殺菌力は内部のものより二百乃至三百倍強く、青色スペクトルムの殺菌力の三千乃至四千倍に相當すると云つて居る。又デコードネは紫外線を吸収する硫酸キニーネの1%溶液に光を通過せしむると殺菌力の三分の一を減ずることを證明して居る。斯く多くの實驗及び測定の結果を綜合して考へて見ると、屈折強き外部紫外線が非常に殺菌力の逞ましいことになる。

種々の光源

「スペクトルム」の領域が異なるに従つて殺菌力も異つて居る。又或るスペクトルムは細菌の發育を急劇に阻害するに反し、他のスペクトルムは其障害を徐々に及ぼす作用があるが如く、其光源を異にするが爲に自ら作用

細菌に及ぼす光の作用

にも異動あることは云ふを俟たない。ヂュードネは窒扶斯菌、脾脱疽菌等の生ける菌體は散光で五時間、九百燭光の弧燈で八時間、電氣灼熱燈で十一時間、直射太陽光線にては一乃至一時間半で芽胞の殺滅せらるゝことを實驗した。然れども太陽光線、散光の効力は種々なる原因に基いて、其強さに變調を來すものである。例へば春夏秋冬によりて、或は時刻に由りて、其他地位、地勢、晴曇、風雨等に係つても異なるものである。故に天然の光源より發する光の殺菌力は時と場所に應じて變遷し、決して一樣なものではない。

加工的光源に於ては右の如き缺點はないが、猶周圍の狀況に支配せらるゝものである。例へば細菌と光源との距離、或は光の培養基に射入する角度等に由つて異なるものである。若し夫れが弧燈使用の場合であれば、電流の強さ、電極の化學的性質、炭素棒の厚さに由つて大影響せられ、又試験管培養基の硝子製である時は、光線を吸収すること一樣ではない。又培養質の吸収及び反射が一樣でなく、培養基に於ける細菌面が不均齊の狀態にある時は、光の作

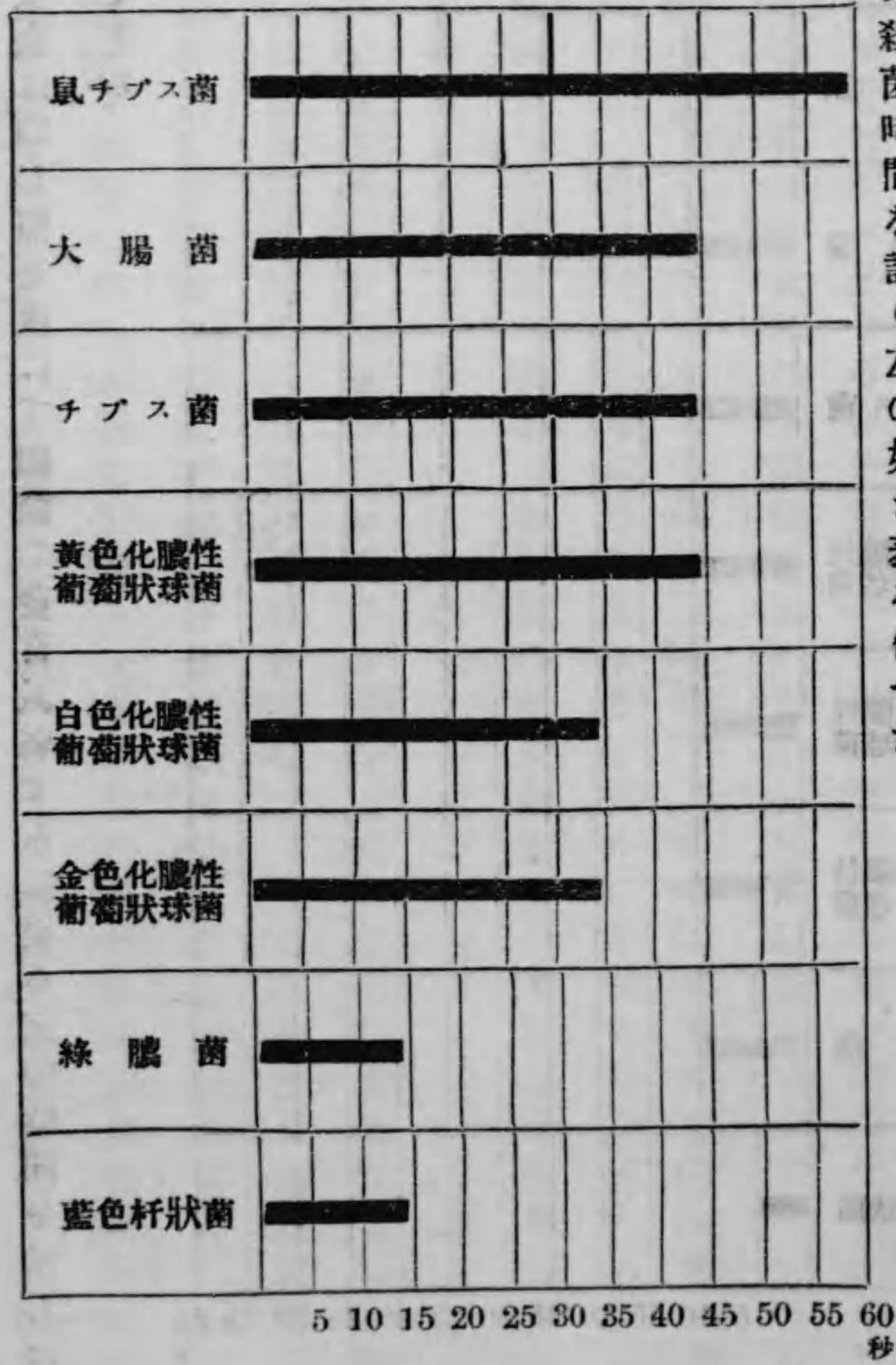
に影響を及ぼすものであるから細菌の對光抵抗力を實驗的に測定するには、如上の要點を十分顧るの必要がある。又個々の細菌の抵抗を比較せんとする時には、外部の條件を同一に爲さなければならぬ。

温度 細菌實驗には周圍の温度が光の作用の結果に大なる影響を齎らすものである。バングは三十度の温度よりも四十五度の時は、光の作用速かであつて、肉羹汁培養の靈菌の懸滴標本を三十秒にて殺滅したるに三十度の温度では照輝一分間を要した。最近チーレ及びウォルフは光學の實驗に於て、培養基を温めたるに、紫外線の作用を高むる許りでなく、效力微弱な認識、スペクトルムでも凡そ細菌が些少だに熱作用を蒙る時は、早くも其所に殺菌作用の營まれて居ることを知つた。けれども總ての化學的作用は容易に熱に移行するのが常であるから、此關係を明かに認むることは困難である。

壽命 實驗に用ふる培養の壽命も亦光の作用から脱れることは出来ない。バングによれば、靈菌の抵抗力は培養を重ねるに従て増加する。是れ細菌が

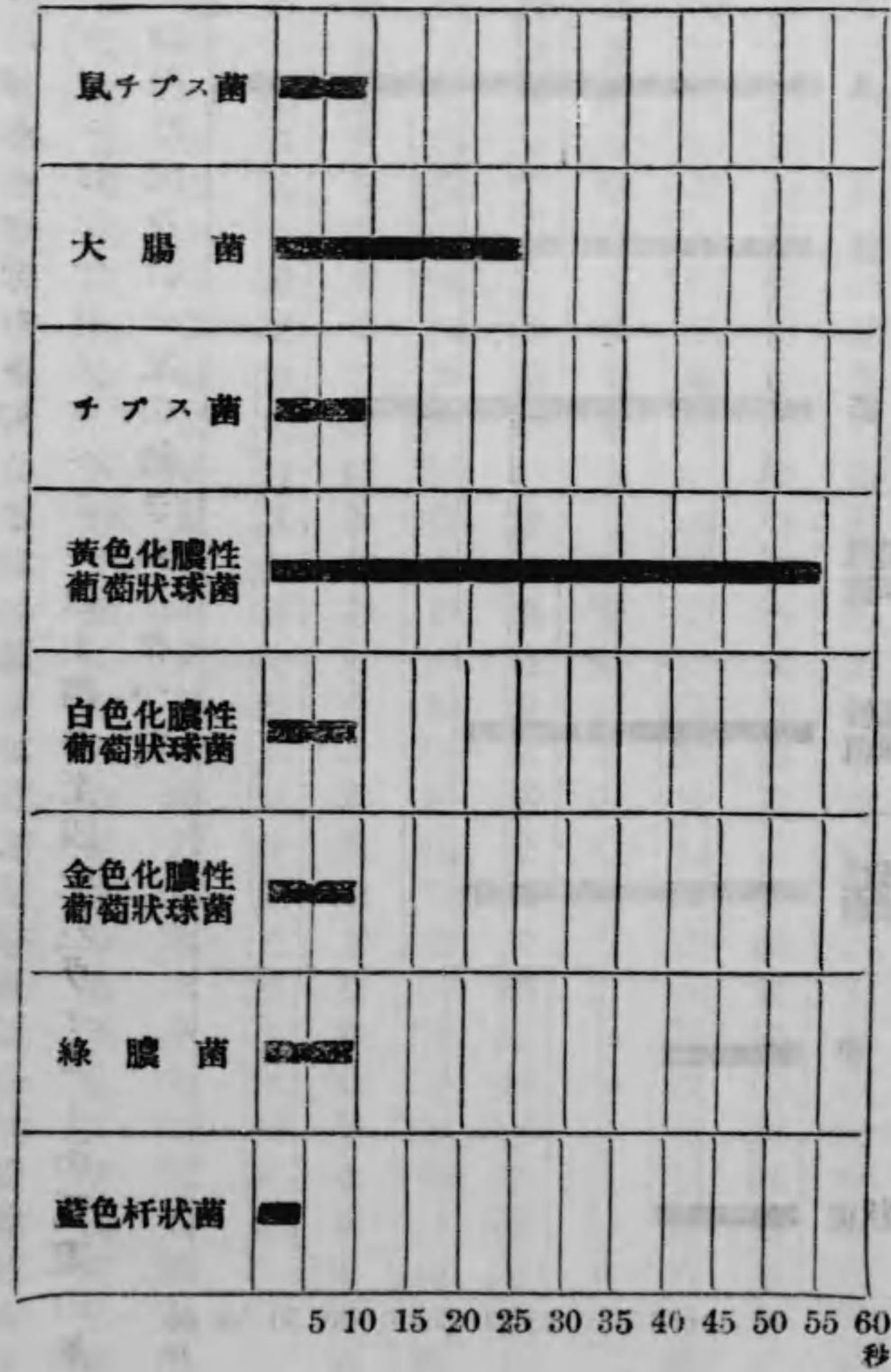
長き壽命を経る間に光に對する慣習性を享くる爲である。バンクは三十五「アムペリア」五「ヴォルト」の弧燈を使用し、二十八種の距離より四十五度の射入角度にて、肉羹汁培養の靈菌の懸滴標本を溫度三十度に温めて三時間照輝したるに、約一分間にて死滅せしめた。然るに同溫度にて十時間乃至十五時間も培養したものを前記の弧燈にて照輝せしに、之を死滅せしむるに約三乃至五分間の時間を要することを實驗したのである。

感光の差別 培養物の壽命、溫度の影響及び周圍の状況を顧みずして、光に對する細菌の抵抗力を試験するに其結果は千差萬別である。是れ細菌の原形質は種類に由つて各自異なるために、其感光力も自ら異なるに因るのである。即ち或る種類のものは比較的多くの有害光線を吸収するに反して、他の種類のものは少量の光線を吸収する。而して此反應の如何は細胞原形質の特質に基くのである。此れが爲に如何に實驗の場合、外部の條件を均等ならしめても、細菌の種類異なる時は、強き光にても阻害せられ殺滅せらるゝ時



間に長短あるを免れない。ラルゼンは、三十五「アムペリア」四十四乃至四十六「ヴォルト」の弧燈の集合光線の殺菌時間を計り左の如き表を作つた。

又次表は同じ照光度にて細菌の發育減弱するに至る迄の時間を示したるものである。



斯くの如く細菌の種類が異なる爲に其影響も一樣ならず、種類の極めて類似して居る細菌に於てすら猶差異の著るしいものがある。今前表二例を比較するに、光が一定の細菌を殺す時間と、同種類の細菌の成長を阻止せしむる時間との間に何等数字的關係のなきは自ら明である。

結核菌 結核菌と光の關係に就きての研究は從來多くの學者に由て試みられた。バングは結核菌の表層培養を三十「アンペーア」五十「ヴォルト」の弧燈光源より三十種の距離に置き、光の射入角を五十度となし、三十五度の温度にて照輝したるに六分間にて死滅した。ロベルト、コツホ等の研究に由ると結核菌は直接太陽光線にては短時間内に死滅するものであつて、細菌層の厚さにより數分間乃至二時間の照光を要した。又結核菌の純培養を窓の近くに置き散光にて照らす時は、五分乃至七時間にて死滅する。

芽胞 細菌の芽胞は植物性胞子に比するに、熱乾燥及び化學的作用に對し抵抗力遙かに大であり、又光に對しても強い。例へば、脾脫疽菌及び枯草菌の

細菌に及ぼす光の作用

芽胞は植物性胞子よりも抵抗力が強い。脾脱疽菌の如きは發芽と同時に特有する抵抗の一部分を失ふものである。

ワクチン

動物の天然痘ワクチンを毛細管に入れて散光或は直接太陽の光に週日曝らすも何等の變動も與へ得ない。フインゼン及びドライエルは強き弧燈の紫外線に之を曝したるに、百秒間乃至二百秒間以内にてワクチンは甚だしく其能力を失つて、遂に全く分解するに至つたことを觀察した。靈菌の培養も此強き弧燈の紫外線に會つては四十秒時間にて全く死滅するのである。若し夫れが赤色光線である時は假令三十分を費すとも遂にワクチンの絶滅を見るに至らないのである。吾人が天然痘に罹りたる際赤色光線が必要であると説く所以は、實はワクチンに對して赤色光線のかゝる關係を有するに由るのである。

釀母と絲狀菌

ワルデマール、ビーは釀母及び絲狀菌も亦感光性を有つて居ると證明して居る。此等は極めて強い光でなければ殺滅することが出

來ないもので、之を細菌に較べると、其抵抗力は餘程大である。即ち靈菌を一時間に殺滅せしむる光を單位として比較すれば、此光で、サツカロミース、アビクラツトス (*Saccharomyces apiculatus*) 及びモニリア、カンヂイア (*Monilia candida*) を殺滅するには五分間を要し、又トルラ (*Torula*) 及びクラドスポリウム (*Cladosporium*) は三十分間を要し、黒褐色絲狀菌 (*Aspergillus niger*) は九十分間にて始めて死滅する。且つ色素を成生する種類は、色素を成生しない、サツカロミース及びモニリアよりも抵抗力が強である。

光の間接的及び直接的な作用

光の殺菌力は如何に説明すべきか、換言すれば光は殺菌力を現はす爲には如何なる條件を必要とするかは、化學的に緊要なる問題である。人工的培養が光の爲に左右せらるゝ事より推考して、光に因つて先づ培養基地が變化し、然る後に發育及び生活が損傷せらるゝものと認めることが出来る。嘗てドリーネス及びブランドの兩氏は光は間接にも作用し得るものと考へ、彼等が使用した培養基所謂「バストール」溶液を用ひ

照輝によりて殺菌性なきを證した。

ルーは實驗の結果トーネス氏等の如く矢張光の間接的作用あることを見出した。ルーは脾脱疽菌を以て試験せんと欲し、犢肉養汁培養基を太陽の光に二時間晒らして脾脱疽菌の芽胞を植ゑたるに最早發芽するに至らなかつた。又三乃至四時間受光せし養汁培養基に十分發育を遂けたる脾脱疽菌を植ゑたるも受光せざりしものと同様に美事に繁殖した。故に養汁培養基を光に曝す時には其爲に變化を起して芽胞の發育を阻止するが、發育を遂けたる細菌は其成長を阻止さるゝ事はない。養汁培養基で發育出来なかつた芽胞でも、未だ枯死したのではない、夫れは十二月後に至らば受光した養汁培養基中でも通常の如く發生し、其状態は、尠しも受光させない養汁培養基に植ゑたものと變りはない。斯く觀察して來ると、光は直接に細菌に作用を及ぼすのではなく、又細菌の原形質を破壊するのでもなく、夫れは唯受光の結果培養基に化學的物質を生じて細菌に有害なる働きを醸すが爲である。

過酸化水素

過酸化水素の殺菌力あることは人の能く知る所である。今培養基を光に曝すときは光と空氣とに由つて過酸化水素を發生する。元來過酸化水素は強き酸化力を保有するものであるから又殺菌力を武装して居る譯である。而して光の殺菌力は主として此過酸化水素の發存在に負ひ、培養基の受光した部分は此發生を促すべく適好の場所である。彼のスペクトラム中の強屈折光線の化學力は、此過酸化水素を起さしむるのである。

ルーは實驗の結果、受光せる養汁培養基に脾脱疽菌が發育し得なかつたのは過酸化水素發生の爲であつて、極めて強き弧燈を用ふれば、養汁培養基に多量の過酸化水素を發生せしめて細菌を殺滅することを知つた。實際酸素存在の下に適當な培養基へ發生する過酸化水素の量は、之が作用をなす光の強さに並行して増加するものである。然るにルーは強殺菌力を現はす外部紫外線は過酸化水素の發生に殆ど關係なしと言つて居る。外部紫外線が過酸化水素の發生に及ぼす影響は、其激烈なる殺菌力に較ぶれば僅少ではあるが、

光其ものが殺菌力を備ふるといふことは、化學的組織の上より過酸化水素を全く發生し得ざる培養基に於ても立派に認めることが出来るのである。例へば蒸留水或は葡萄糖溶液中に入れたる靈菌の培養は、光によつて速に死滅するものである。而して是は、彼の糞汁培養に光の作用を受け過酸化水素を發生せしめた場合よりも死滅の速度は大である。蒸留水又は葡萄糖溶液は光を受けても過酸化水素を發生せぬ。寔にビー、ヘルテル、チーレ及びウオルフ等の報告せる如く、光の殺菌作用は培養基に殺菌物を生じたるが爲ではなくて、細菌自身に光が及ぼした直接の作用に因るのである。

現今に於ては、未だ光が細胞に直接に影響する例を見ない。従て光の作用の説明には制限がある。仍ちそれは吸収せらるゝことに由つて起るものであつて、此吸収せられたる光線より發育及び生活力を阻害すべき化學變化を、細菌の原形質に起すものと云ひ得るに過ぎないのである。

酸素の補助的影響 細胞原形質の變化は酸化作用に起因するものであ

る。酸素の存在は果して光の作用に影響すべきや否や、或は酸素が缺損すれば光の殺菌力を低減すべきや如何を詳細に實驗したる結果、光の殺菌には酸素に何の關りもなく、又受光中酸素を發生すべき餘地のない場合でも、光それ自身は平然として其作用を続け得る可能性が十分にあることをビーは確めた。要するに酸素は光の能力を補助するに過ぎないのである。然し光に化學的光線を含むこと少きか、或は光の組織上殺菌力微弱なる時にても、若し酸素が存在したならば其殺菌力の著しく増加することは事實である。ドーネス及びブラトンの如きは、光が酸素と協力して働く場合には單獨に作用する時の二倍の能率を保有して居るとさへ言つて居る。ビーの説に由ると、細菌を紫外線多き弧燈にて曝らすに、細菌と酸素とが相接觸するの如何は左まで兩者の作用には關係を保つて居ない。然し若し光が硝子を通過し、紫外線を濾過せしめた時に、酸素が作用すると否とによつて細菌の抵抗力に著しき差異を來たし、更に外部紫外線許りでなく他の化學線の一部迄も除去せし時に

は、此差異が益々甚しくなるのである。然し若し光が強くと屈折する紫外線を多量に含んで居るならば、酸素が存在せずとも殺菌力あることは既にビームも證明した所である。

光が衛生に及ぼす要義

細菌培養基に及ぼせる光の殺菌力は既に詳説せる所であるが、自然界に於ても亦光は細菌に影響し、其發育を阻害し、或は之を殺滅する力を有するものであつて、其殺菌力の強弱は光自身の増減に比例することは言ふまでもない。即ち直接の太陽の光は、十分なる殺菌の可能性を保つものであり、又周囲の條件が細菌の繁殖に適しない場合には全く人工の培養に於けると同様である。されど自然界にあつては、細菌は自己の生存を侵害せんとする總ての條件を排除せんとするの傾きがあるが、人工的の培養に於ては却て細菌の抵抗力を衰弱せしめんとするの傾きがある。故に作用するものは同じ光であつても、兩者に對する影響には自ら差異あるを免れない。

實に太陽の照す所は總て細菌の刑場であり、陽氣の發する所には彼は其存在を失はなければならぬ。日光を覓めて居をトする人類は、日光を懼れて暗汚を好む細菌の侵襲より先天的に免れ得て居ることを感謝しなければならぬ。斯くの如く日光麗らかに空氣の流通可なる室には細菌もその繁殖の手を展すべき餘地がないのであるから、寢具洗濯物は常に日光に晒らすべきは言ふまでもない。フオン・エスマルヒは敷布の表面及び洗濯物に附着せる細菌も二乃至三時間日に曝せば死滅することを實驗的に證明し、衣類及び日用品を日光に曝せば少くとも其表面の細菌だけは殺滅し得ると言つて居る。尙エスマルヒは脾脱疽菌及び窒扶斯菌等の病原菌を衣類の如きものに附け、屋外に出して日光に曝し、或ものは暗室内に保留して其物品の一片を切りとりて人工培養を施したるに、日光に曝せしものは細菌の増殖を見ざりしが、暗室に保留せしものは通常の如く細菌の繁殖するのを見たのである。併し日光と雖も奥深く巧みに潜んで居る細菌を殺すことは出来ない。たゞ單

に物の表面に附著せる細菌の殺滅に大なる効果があるのみであるが、日の光が強くなるに従て殺菌力も増進する。經驗上病者をして十分日光の直射する所で静養させることは良好な治療法である。此意味に於て清朗なる天氣の常に麗日を載く南國は、自ら細菌の跋扈より離れて病魔の治療に適して居る。或る學者は、ミクネスコーは伊太利の温泉場にて結核患者の嗜喫を麻布に附けて之を乾燥し、日光に晒したのに二十四時間乃至三十時間以内に結核菌の死滅するのを實驗したと謂つて居る。ウイットリンは都市の塵芥も強き日光にて消毒し得ることを述べた。

土著のアメリカ人種は所謂靈皮を具へ悪病不潔の挫傷も容易に迅速に治癒し得ると信じて居る。是は總て色素に富んで居る皮膚アメリカ土人の如きは白色人種の如き色素の少き皮膚に比して、外界の障害に對する抵抗力大なる爲である。創傷の治療には熱帶地方の太陽の効力は大なること疑ひない。我國にても潰瘍に日光浴を施して、其創傷が驚くべき程速に治癒せらる

ることを實驗した學者もある(三輪博士の如き)。こは單に光の殺菌力を示すのみならず、光が皮膚に特別の作用を試みる結果、其治療効力を高むることを知り得るのである。

光が人體の表面のみならず内部深く透入して細菌に有害なる作用を起すの如何は之を後章に譲るも、太陽より發する無量の光は、吾人を圍繞する露圈氣や地球及び物體の表面を清淨にして細菌の繁殖する餘地なからしむるものである。寔に無害無代なる上に最效力のある消毒法として吾人の太陽に負ふ所は實に甚大である。

河川の清淨 河川の天然に清淨にして靜かに碧水を湛えたる所、光の殺菌力に起因すること多い。今若し河川に糞尿を投入すれば、暫時にして腐敗物及び細菌を滅盡するであらう。然らば河川は何故斯くも好都合に處理する能力あるかは興味を唆るに足る問題である。即ち總ての固形物は其重量に由つて速かに沈澱し、残りの液體は植物に由つて分解せらるゝが、殊に深所

に生ずる藻類は溶解したる物質を自體に吸収して養分となすのである。然し是の作用は日光の力を借りて營まれるのである。更に又河川が自ら清淨を保つ所以は流水には一面細菌に適應すべき榮養分を缺けると共に、其温度が低く、且つ酸素の酸化力が相呼應して細菌の増殖を阻害する爲である。日光の水中に於ける殺菌作用は夙に知られたる所であつて、既にブフネル及び彼の弟子等によつて立證せられて居た、即ち日光が水面を直射すれば細菌は著しく其數を減ずる、又流水中に生存せる芽胞は晝夜に従つて規則正しい繁殖増減を行ふものである。之は日光の照らすと照らさないとに由るものにして、芽胞發生の極大數に達するは曙の頃にして極小數に至るは日没の頃である。即ち日の出より夜に入る間には光の爲に芽胞は減少し、夜を通じて曙に至るの間には増殖するのである。斯くしてブフネルは、河川の清淨は光に負ふものにして其芽胞は水中に放射されたる日光によつて減少することを斷言した。又夏期北回歸線に來れる太陽の熾灼たる光熱は激甚なる殺菌力

を有し、長時間に亘つて河川に於ける細菌の發育を休止するものであると謂つて居る。

コビーは嘗てライン河及びアレー河畔に於て實驗した。それによるとキヨルン市の下流三軒の點に至れば市街の暗渠が河中に多くの細菌を流し込むにも拘らず、其細菌の半數は既に死滅し、更に下流三十八軒の地點に至れば多數の不潔導水管が河中に導かれて居るに拘らず、河水の細菌含有量は市街の上流に於ける含有量よりも少いのである。又ベルン市に沿ひてアレー河の下流に於ての實驗にては、細菌の含有量は市の上流の夫れに比して十倍以上であるが、快晴の日には二十軒の下流に於ては五時間を出でざるに、其含有量は上流と殆んど均しくなつて居たと言ふことである。

光の殺菌力が水面以下に及ぶことは事實である。ブフネルは寒天培養基を密閉して空氣及び水の浸入を防ぎ、大なる水槽の底に沈めて太陽光を投射せしめて見たが、培養に及ぼす光の影響は、水の外にあつた時と何等の變りも

なかつた。次いで同氏の或る弟子はスタルンベルグ湖に於て興味ある實驗を試みた。彼は實驗室に取り扱ふものと同じき寒天培養基を用ひ、其硝子皿の底面に墨字を書きたる紙を張る代りに、銀力製の十字架を置きて暗箱に入れ、皿の各々を半米の距離を保たしめ、之を倒にし、長き棒に結び附けて水の純みたる此湖水に眞直に沈めて適宜の所へ安定した。此實驗日は九月十四日にして空も明かな日であつた。放置すること四時間にして之を取出し、實驗室に携へて孵卵器に納めたるに、光の作用は一六米の深さ迄達し其範圍内に置かれたる容器の芽胞は發育を遂げず、二六米の深さにありし培養基にては受光せし芽胞と日蔭になりし芽胞との發育には明かなる差異があり、三一米の深さに於ては其差益顯著であつた。此實驗によつて、總て透明なる水中に於ては光の影響は二米の深さに達しても、猶よく細菌に作用するの可能性を保有することを知り得たのであつた。

海水の芽胞含有に就て 海中の細菌含有量は、表面に近づくに従つて

深所よりも少量であることはスタルンベルグ湖に於て行はれた實驗の結果でも明かである。熱帯地方にて測定した結果に由ると、十米の深所には表面に有る細菌含有量の千倍の割合に於て含有されて居る。然し此實驗をなすには天氣快晴にして無風なる時でなければならぬ。天候不穩にして波騒ぐ時は、到底其差異を認めることが出来難いのである。ノールウエの海水に於ても同様の試験をした人があつたが、其實験によると、海面より沈むこと幾許ならずして芽胞の数は二倍に増加し、十乃至二十米の深所に至れば表面の数の約十倍となつた。斯く北方の海水にこの繁殖盛んなるは熱帯地方の如く太陽の光が強烈でないからである。

細菌の新陳代謝産物 細菌が生成せる新陳代謝産物は光の影響

を蒙るや否やは一考に慣する。ドーネス及びブランドは進んで光を治療上に用ひんとして緊要なる問題を解決した。氏等は嘗て蔗糖酵素を空中にて數週間日光に曝せば、其糖化力の非常に減退することを實驗した、更に其實驗

細菌に及ぼす光の作用

を繰返したるに最初は反対の結果を齎したが遂に其眞なることを確めることが出来た。通常太陽光線が糖化素を侵害する場合に酸素の存在を必要とするが、紫外線のみは必ずしも酸素の存在を俟たずして能く酵素の力を失はしむることを確定した(ヨード、パウエル)過酸化物及びカタラーゼ等の酵素は光に感じ易く、目に視らるべき光線或は紫外線の何れにも作用せらるゝものである。たゞ認めらるゝ光線の作用には酸素の存在を必要とする。若し酸素が缺乏するならば光の作用を受くることがない。フオン、タツバイネルは紫外線の時には酸素の存在を要せずと言ひ、ヘルテルの研究に由れば、波長百萬分の二百八十種なる、マグネシウム光の發する強力なる紫外線は凝乳酵素及び糖化酵素の醗酵力を微弱ならしめ、或は全く無効のものたらしむるといふことである。

ヘルテルの發見した所によれば、實扶的里毒素に波長百萬分の二百八十種の紫外線を作用せしむれば五分間を経ざる内に血清効力を失つて、之を注射

するも試験動物は依然として健康を保つて居る。猶氏は抗毒素には三十分間照輝せしも未だ光の影響を受くるに至らないが、トリプシン糖化酵素及び凝乳酵素は比較的短時間にて既に光の影響を現はすことを實驗した。

第五章 細菌及び其他の微生物に及ぼす光

の刺戟

細菌が光の爲に其の發育を阻止される事は既に前章に於て詳説した所である。此兩者の關係について常に究理的方面のみならず實地的方面、殊に衛生上に於て緊要な關係を保つて居る所以をも一瞥した。凡ての細菌は光の影響を蒙ることに由つて、常にその感受性の高まる一般的通有性をもつて居る事は、汎く學者の認容して居る所であるが、猶茲に光と細菌との間には更らに他の關係によつて結合されて居るものがある。

多くの細菌に就て考察して見るに、光は一面に於て彼等に有害なる暴威を

容赦なく細菌に與へるが、他面には彼等の生活力を墜んにし、以てその發育を促進して居ることもある。強力な光は微生物にとつて勿論恐るべき敵ではあるが、弱き光は彼等の生存上に缺くべからざる刺激作用を惠與するものである。光の刺激は生物に對して随分多様な結果を齎らすものであつて、彼の細菌の反應の如きも光に負ふ作用である。寔に生物の生命を支配する光の多方面なる影響には驚くべき事が無數にある。單に細菌のみに限らず、すべて下級の發育を遂げる植物性微生物及び辛じて動物の域に列することの出来る細胞體も光の作用を受けて反應を起すものである。而してその反應に至つては錯雜極りがない。此等の下等生物も亦光の作用が強烈に過ぐる時は、その感光性興進して死滅に至るのである。けれども生命に斯くの如き變化を及さすには光に一定の性質が必要である。又或る種類に於ては、細胞原形質が光の刺激を受け、之を吸収して特有な生活現象を示すものもある。身體の構造低級にして比較的簡單なる生活をなし、下級植物と單細胞性動物

との區別分明しないものにあつては、光に由つて起る反應は、植物性及び動物性微生物共に同一の経路を辿つて居る。故に簡單なる構造を有する原形質動物に及ぼす光の作用を以て研究上、その單位と見做しても敢て差支へがないと思ふ。

運動刺激 生活して居る原形質に及ぼす光の關係を述ぶる前に、第一に研究しなければならぬのは運動現象である。藻類、滴虫類及び細菌は運動を營むに際して光の影響を受くるところの性質がある。夫れは原形質内に含有されて居る葉綠素或は葉綠素に類似して居る色素を含む或る單一體である。又無色の單細胞微生物にも同様の現象を起すものがある。光は常に此等の諸生體の運動に於ける速度、方面、状態及び時間に對して至大の影響を及ぼすものであり、而して斯かる場合に於ける光線運動反應の強さ及び性状は作用する光の種類、強さ及び方向によつて異なるものであり、且つ受光性、その特性、又その固體的關係によつても左右せらるゝものである。

細菌及び其他の微生物に及ぼす光の刺激

エンゲルマンの説明

光學運動的反應に就て、エンゲルマンは少くとも左の根本的に異なる状態に於て光が下級動物の運動に影響するものであることを證言して居る。即ち

第一 何等の感覺をも起す事なき瓦斯交換の變化

第二 瓦斯交換の變化及び呼吸に伴ふ感覺

第三 特異的機能の興奮

珪藻類

原形質に葉綠素及び之と同様な色素を含有する藻類、即ち珪藻 (Diatomeen) 及び顫藻 (Oscillarineen) の運動は酸素の存在すると否とに由つて異なるものである。故に今酸素を奪ひ去れば立所に運動を中止するが、更らに酸素を供給する時は再び運動を續くるに至るのである。最も活潑な運動は、酸素の壓力が大氣の壓力よりも遙かに低い時であつて、此運動が未だ極度に達しなければ、酸素の張力増減は總て運動の「エネルギー」の増減となるのである。若し又周圍に酸素が存在しなかつたならば、光と葉綠素との作用によつ

て運動に必要な酸素を成生するのである。故に暗所にある時は酸素を成生し得ざるが爲に運動も自ら中絶するが、之を些少にても供給する時は復び運動を喚起するものである。外部よりの酸素供給十分である場合は、光は運動の「エネルギー」にさしたる影響も及ぼさない。猶ほ酸素を發生し、運動を起さしむる光は赤色光である。

前述の藻類中殊に此運動を現はす代表的のものは珪藻類であるが、其他細菌の中にも光の影響を受けて之と同様な運動を喚起するものがある。例へばエンゲルマンの研究したる鹽素菌 (Bacterium chlorinum) の如き、其酸素を缺くる時は白色、青色及び黄色光の部分に群がる傾向を示し、酸素の存在する時は光の運動刺激には全く反應を起さないのである。

ゾウリムシ 他の生物、譬へば滴虫類に屬するゾウリムシも酸素の張力が普通若くは夫れ以上に昇る時は光に對して反應しない。之に反して酸素の張力が低下し始めると不安の状態を呈して酸素の多き部分を探し求むるの

細菌及び其他の微生物に及ぼす光の刺激

である。被蓋硝子板に水滴を滴下して、ゾウリムシを入れ、密閉せずして数時間暗所に保留する時は、ゾウリムシは被蓋硝子の邊緣に聚集し、若し又被蓋硝子下の水滴に大なる氣胞が存在するならば其周圍に群集して恰も掩蔽せざる水滴中に在るが如く靜止する。更らに同じ條件の下にて散光で曝すも、ゾウリムシは群集しないで、酸素を十分に含む水滴中に在る時の如く所を撰ばず散在する。然し今、ゾウリムシを被蓋硝子板の下に容れ、密閉して空氣を入れず長時間暗室中に置き、酸素が次第に減する時は、忽ち不安の狀を呈し、其體形は徐ろに伸びて楕圓形となり、其縱軸を中心として廻轉しながら可成早き速度を以て直線の方向に前進するが、之を數分間光に曝らす時は、白色又は赤色光線を最良とす、再び安靜に復して扁平になる。斯る状態にある時は、引續き外圍の酸素を減すれば光に對して益、鋭敏に反應する。若し又之を光ある明るき所と光なき暗き所との境に置きて一方へ移動せしむるか、或は其體の後半を明所に、前半を暗所にある様にして置くと、忽ちにして光の方へ其向き

を轉じ、如何にも暗所を忌み嫌ふ心あるもの、如き狀を呈するものである。標本を顯微鏡分光器の光にて照せば、滴虫は綠色、青色、赤色光の方に至らんと努力するが、之が水滴に酸素を含んで居るときは通常の状態の如くに靜止する。即ち、ゾウリムシは原形質の葉綠素の力に由り、自ら酸素を成生して不十分なる酸素を補ひて均齊ならしめんとする現象を示すものである。就中赤光線は葉綠素をして酸素の成生を助け、又減少せる張力を償ふに力あるものである。

酸素の張力が高まれば、ゾウリムシは急に不安の狀を呈し、酸素の高き張力を避くるが如く後方に游泳する傾向を表はす。又酸素の張力が通常であつても忽然として強く照輝する時は、同様の運動現象を起すものである。又酸素不十分にして光に照さるゝ時は不安の狀に陥り、非常に激しく運動し、矢の如く迅速に暗所に退き以て安靜の狀を保つのである。而して斯る顯微鏡分光器の光の内、最も恐怖せしむるものは赤色光線である。赤色光線が作用し

て酸素を發生すれば、體内の酸素の張力増加して不安ならしむるものである。『ゾウリムシ』は酸素の張力の變換する微細の差を感受し、此能力は光に由つて運動に變化を及ぼすものである。通常狹義の感光性に就ては説明することが出来ない。

綠色エウグレナ (*Euglena viridis*) 茲に他の動物の例を擧げて光が運動を支配する事を述べて見やう。エンゲルマンが引用した綠色エウグレナは南方の海水に棲息してゐて葉綠素を含有し、圓錐形をした鞭毛蟲 (Flagellatum) の一種である。體の前部には葉綠素を缺き、無色の原形質は長い纖毛となり、赤色斑がある。鞭毛蟲は甚だ感光性に富み、酸素の張力には左右せられない。水滴中に此鞭毛蟲の在る時、水の一部を照輝すれば明るい所に集り、そして明るい所に群るときは再び動かないけれども、暗い所に至れば復た明るい所に集る。前進した鞭毛蟲に後部から強い陰影を投ずれば赤色斑のある纖毛及び葉綠素を缺いた體の前部は陰影内に隠るゝ間は反應を起さない。換言す

れば葉綠素を含有する部は光及び陰影に對して全く感應しないものである。然るに陰影が體の前部に達するや否や忽ち運動は止み、鞭毛蟲は向き直つて體の前部を陰影内に入れるのである。であるから鞭毛蟲は光を感じるけれども、其感光性のある所は葉綠素の缺いた體の前部である。顯微鏡分光器に對しては、珪藻類及び『ゾウリムシ』と異り赤色を好まず、スペクトルムの中、屈折の強い紫色の部分に群がる性質がある。

紫色バクテリア 生物學者にとつて極めて興味のあるのは淡水又は海水に棲息するエンゲルマンの所謂紫色バクテリア即ち分裂菌である。是は同種類の硫黃バクテリアと同じく、硫化水素が存在すれば硫黃粒を體内に攝取して硫酸とする特質を具へてゐるけれども、原形質の到る所に紫光色の點狀色素を有する點に於て他の硫黃バクテリアと區別する事が出来る。紫色バクテリアは光の作用を受け炭酸を同化して酸素を發生する能力を有つてゐる、そして其生長及び繁殖には光を必要とする。之が即ち紫色バクテリア

の生活上酸素を必要とするからである。此動物の原形質は光を吸収して酸素を作る。紫色バクテリアは葉緑素を含む植物の様な作用を営むものであつて、植物性細胞は光學的集成に由つて炭酸を同化し、酸素を發生するには唯緑色葉緑素ばかりではなく、他の色の葉緑素も此働きに參與するものである如く、紫色バクテリアにあつても矢張り同様の同化作用あることを知ることが出来る。

紫色バクテリアは光に由つて敏捷な運動を爲し得るものであるが、尙一定の光の作用に由つても運動を營むものである。暗所では位置變換の速度が減少し、若し長時間暗所に置けば運動は全く靜止する。此バクテリアも藻類の群集胞子の如く或る時には光源に引き附けられ、或る時には光源を遠ざかり、所謂光感應の現象を現すものである。炭酸同化作用や、諸種の光學的運動現象は、主として赤外線及び黄色緑の力に基くものであつて、紫色バクテリアは此等の放線を最も良く吸収するものである。

光測バクテリア 紫色バクテリアの一種であつて光に對しては特有な關係を示すものがある。エンゲルマンは光及び色には特異的のものであつて且つその感應力が頗る強く、光の強さ及び波長の差の微細迄も區別する能力がある爲に特に光測バクテリアと命名した。此細菌は赤色を呈し棍棒状をなし自由に運動し一端には微細な纖毛を具へて居る。今之を水滴中に容れ顕微鏡下にて檢すれば長軸に廻轉し、直線或は弱い曲線に同一の速度を以て游泳し、纖毛を具へた尾端を常に前方に向けて進み同方向に廻轉し、暫時靜止しては又動き、動いては又靜止する。尙その運動及び靜止状態は光によつて左右される事を容易に觀察することが出来る。光のない所では些少の運動だに起らないが、光を受けると始めて運動を開始する。そして一度は運動を開始しても照輝を止めるか又は照輝の有様を變へるときは運動は靜止する。標本の水分蒸散を防いで、夜間暗所に置き、翌朝再び見れば最初は運動しないが五分乃至十分後に至れば運動を開始し、そして次第に激しくなる。數

時間此標本を光に曝して再び暗所に持ち歸るならば、其運動の速度は漸次に衰弱し、數時間後には最早運動を認めることが出来なくなる。此細菌は光の爲に運動能力を發揮するものである事は、恰も感光性を有して週期的運動をする植物に見るところの日光感動と同様である。光は瞬間的に效力を現生するものではなく、一定の時間を要するものである。そして此時間は明確に測定し得られる。

光學的運動の感應する迄の時間は、一般に作用する光の強き程益々短かいものであるけれども、最も好都合な場合に於ては數分間を要する事がある。又暗所に保留する時間の短かい程、運動を開始する事が速かであつて、運動の速度も亦光の強さが増すに従つて刻々その勢ひを増してゆくものである。

光學的運動に就てエンゲルマンの謂ふ所によれば、光の強さが徐々に加はれば其力の衰へる事は緩漫である。豫め永く照輝し且つ其光力が強い時には運動の靜止する時間は遅延するものであると。

光の強さを同じ様に持續的に作用せしむれば、多くの細菌は運動を靜止する。それ故強い光は抑制的或は麻痺的作用があると唱へられる。今水滴の細菌の一部分を強く照せば數分ならずして細菌は、水滴の底面又は被蓋硝子板の裏面下に固著する。尙も引き續いて光に當てれば、益々運動促進の傾向を減じ、數時間に及んで外界の事情を變ずれば數日後迄も靜止し、分裂作用等は全く起さない。之を細菌が光線強直に陥つたと稱するのである。細菌が暫らく光に靜止してゐる時、突如として暗くすれば忽ち四方に分散し、強い光を避けて、餘り明るくない部分を探し求めるのである。

此等の現象から推して光測、バクテリアは即ち光の差異を鑑別するものであることを識る事が出来やう。そして此感覺力は頗る汎く且つ又非常に發展してゐる。水滴に細菌を入れて通常の如く十分に光を通じ、顯微鏡に由て檢する際、反對に其鏡面を被ひ、急に光を弱むれば、視野を平かに游泳してゐた細菌は忽ち退却し始め、敏捷に長軸方向に廻轉し乍ら或る場所に來て止り、そ

ここで通常の様な運動を再び始める。斯く退歩する時には、體の尾端を先にして進み、反對の方面に廻轉する。斯の如く急劇に光を増減し或は急劇に暗黒にすることに由つて起る運動は即ち驚怖運動に他ならない。光力が漸次に減退するときは恐怖運動は起らず、又光の強さが徐々に増しても恐怖運動は起らない。尤も運動速度は多少増加する類があつても其方向を變ずる事はない。一部を照せば細菌は光の當る部分に聚集してその場所を逃れ去らな

いけれども、暗くなれば忽ち恐怖運動を起すのである。光を感じずるものは細菌體に分佈してゐる色素である。顯微鏡分光器を以て光測「バクテリア」の群集してゐる水滴を検すると、細菌の受ける「スペクトル」の各色の影響は各々別々であつて、特有な分佈をなす。そして細菌は主として赤色光に集り、之から漸次赤外線に向つて徐々に移行する。同時に又黄色及び橙色部に於て明かに區別して群集するものがある。綠色、青色、紫色の部に於てはまばらに集り、紫色及びその外端には殆んど集まらない。恰も

此の二線には暗黒の如き作用がある。長時間一定した光を續けると細菌は密集固著して移動せず、顯微鏡分光器の各光に集まつた群集は、紫色「バクテリア」が吸収した色帯に相當してゐる。即ち分光器の光の強さは各部に於て異つてゐるから其區域にある群に影響を及ぼしたのである。

細菌の光に對する感覺力の境界は、一方は人間の眼の感覺と同様に「スペクトル」の紫部上であるが、他方赤色の部は人間よりも遙に發達して赤外線即ち波長一種の八億分の一乃至九億分の一の振動数の光線にも著しく感應する。此赤外線に對する感光力は實に著明なもので、エンゲルマンは赤外線の通過する感光標本を定める場合には、此光測「バクテリア」を以て利用する事が最上であると謂つて居る。光の種類が異ると共に運動の速度も異り、又感光的運動も異なる。闇育強直から再び運動を恢復する場合には、赤外線は強く屈折する紫外線よりも遙かに速かになり、又光測「バクテリア」は自體に吸收する

光だけに反應する。光的運動を起す所の光は、生活して居る細菌の色素に最も好く吸収せられる。放線であつて、赤外線及び橙黄色の光線がそれである。

アメーバ 日の射て居る淡水の池邊又は泥中には、單細胞の「アメーバ」様の小物動、即ち「グレイフ」の發見した、「ペロミクサ・パルストリス」(*Pelomyxa palustris*)が棲息してゐる。此動物は形圓く、直徑一種の原形質體であつて、一箇の核及び砂泥の細粒を含み、一見汚い灰色を呈してゐる。「ペロミクサ」の運動は、通常の光では「アメーバ」の如く緩慢であつて、隨所に平たい處足を出し細胞體が之に移り、漸次に處足が増大して遂に全體となり、そして遅々として進行する。

「エンゲルマン」は此動物が、對物鏡に陰影を生ぜしむると、直に運動現象に變化を來たし、若し手を以て射入光線を遮れば棍棒狀となり、突出して處足中に迅かに體を移し直行か、或は緩かな曲線運動を爲して匍匐すると謂つて居る。光を遮つた手を取れば、直に運動を靜止し、動物は恰も電氣に撃たれた如く數分間で圓形となる。又暗室で弱い光に當てると、棍棒狀に變じて敏活な運動

を營む。又急に窓戸を開放して適度の光を導き入れるときは圓形を呈して靜止する。徐々に光の強さを増すか或は漸次暗黒から照明に移しては目立つ程の形狀變化或は位置運動を起さない。

此原生動物を觀察するに、急に光を受くると、之が運動體を激しく刺戟して原形質收縮の動機となり、恰も電氣的、機械的、溫度的及び化學的刺戟と同一な作用を營む。斯る現象は色素を持たぬ生物にあつては紫色、バクテリアの如く有色原形質によつて、豫め光に對する感覺力のあるのは異り、重要視す可き現象である。

腐敗アメーバ 腐敗「アメーバ」は「亞米利加」の學者に由つて發見されたものである。之を急に屈折の強い光で照すときは運動を開始する。そして光線強直を起しても圓形を爲さず、光を受けた瞬間に在つたままの形狀を呈して居るが、此強直は數分時で消失して、更に原形質の運動を開始する。強直は受光に際して弱屈折の光線が強屈折の光線に移り行く時に起り得るもの

細菌及び其他の微生物に及ぼす光の刺戟

であるが、此反對の條件では強直を起さない。赤色光線は暗黒と同様であり、運動も亦敏活である。

「アメーバ」の種類に由つて各光に對する反應を異にするから、單に引用した例を一括して結論し得ないである。

ドライエルがフィンゼンの光學研究所に於て試験した「アメーバ」は前記の「ペロミクサ」とは全然別種の生物であつて、決して瞬間的に收縮を起さないものである。又強い光に曝す時は四十五分乃至五十分間で死滅するが、室内温度にあつては虚足を出して敏活に運動する。青色光線は運動を盛んならしめ、赤色光線は反對に遲緩ならしめる。強屈折力の光の集合光では遂に死滅する。然し特に外部紫外線は此點に於て他の光線よりも卓越してゐるやうである。

頭毛蟲の或種のもものは頭毛運動をする。例へば、プロイロネーマ、クリサリス、(Pleurocema chrysalis) は小豆形の滴蟲であつて、通常水中に長く靜止し、放

線狀の長い頭毛は全く不動であるが、些少の張力でも與へれば忽ち頭毛は激烈に動搖し、蚤の如く水中を飛び廻つて他の場所に移つて靜止する。多數に此滴蟲を集めて載物臺に乗せ、顯微鏡の絞りを閉せば飛躍運動を開始する。而して光が變化しない限りに於ては此運動を反覆し、恰も蚤の如く飛跳して混亂極りない。頭毛の飛跳運動は光が忽然射入した瞬間に起るのでなく、その間に一秒乃至二秒間の潛伏期が存在する。

分光器にて檢定した單色硝子或は色素の溶液を光と載物臺との間に挿む時は、飛跳運動は光の熱に由來せずして青色及び紫色の光に基くことを證明する事が出来る。又此光線が最も強く刺戟を喚起することを知る事が出来る。一面に於ては飛跳運動は熱線に由つても起り得るものであるが、日光の温度では未だ運動を起すに至らない。

病的作用 光に由つて起る凡ての生理的運動刺戟はやがて病的作用をも起すものであると云ふ事も知らなくてはならない。運動性の細菌に強い

化學線に富んだ光を作用せしむるならば、最初は運動の速度を促進するが、暫時にして其速度を減退し、受光が久しく続けば速度は益々緩慢となり、後には静止して麻痺に陥り、遂に死に至るのである。ヘルテルの觀察した所に由れば、多くの滴虫は波長二億八千萬分の一種の紫外線でも初めは極めて不安となり、明るい視野を迅速に廻轉すると、やがて其運動の状態も變化し、その場所も漸次に狭くなり、遂には轉々と廻り乍ら静止する。尙氏は屢、圓形原形質から透明な小滴を産出して破壊し行くのを見た。多形性ラツバ蟲 (Stentor Polymorphus) は光に由つて前進力を促進し、強い光に遇へば收縮して忽ち圓形に變じ、屢、局部に一見麻痺した様な運動を現はして伸長せんと努めるが遂には原形質を壊はしてしまふ。收縮機能を有する原形質が化學光線に遭遇すると、先づ運動速度を増進するけれども、繼て遅々として緩慢となり、麻痺及び破壊するに至る。ヘルテルは此現象を見て光は細菌の原形質を直接に刺戟する事を知り、是れより推測して高等動物、即ち脊椎動物に於ても亦その細胞

が光に對して反應を起すと謂ひ、光が血管に當れば血液の循環を中絶し、表皮に受光せしむれば表皮細胞に變化を起すものであると謂つて居る。

色素を生ずる細菌 多くの細菌の内には色素を分泌するものがある。

そして此物質によりて菌體は染色されるのであるが、此色素は光の影響を蒙る事が多い。通常の光では色素の形成が妨害されるものである事は、ブスクの實驗に徴して明白であるが、氏は黴菌を、ベトリ「血寒天培養基に培養し、室内温度で直射太陽の光より色々、強さの異つた弱い光や暗い闇に二十四時間乃至四十八時間曝した所、左の如き結果を得た。

- 一 直射太陽の光の曝した細菌は大部分發育を阻碍される。
- 二 強い日光に曝したものは僅かに發育するが色素は形成しない。
- 三 弱い日に曝したものは暗所に置いたものと同じ様に發育を遂げ、且色素は灰白色を呈すものである。又東向きの窓を備へた室の中央に置

いたものは赤色の色素を作る。

細菌及び其他の微生物に及ぼす光の刺戟

四 全く暗い所へ置いにものは深赤色を呈す。

然しながら或る細菌には色素形成に際して光の必要缺く可らざるものがある。例へば球状菌の如きは暗い所に於ては無色を呈するけれども、光に遇へば其培養基が硫黄色を呈するが如きものである。

グニーブスクは靈菌の培養が鮮紅色を呈する迄暗中に於て繁殖せしめたる後、太陽の光又は散光に曝したところ、暫時にして培養基の著色は褪せ、光の強い程其褪色の度が速かである事を知つた。故に光は既に生成せられた色素を褪色せしむる力をも持つて居る。ブスクは散光に由りて發育しつゝある靈菌の培養は絶えず色素を生成するが、其色素は復た光に由つて順次消失するものであると考へたのは道理である。今靈菌培養基を光に曝して褪色せしめ、再び其發育に好都合な暗所に運ぶならば細菌は更に發育すると共に再び赤色を呈するに至る。斯く一度褪色した細菌より新に發育した細菌でも決してその色素を生成する能力を失はない。そして光に遇つて褪色した性

質は數代にも遺傳することが出来る。されば此有色の細菌も適當な條件を附するならば無色のものとして培養する事が出来る譯である。

色の適應

エンゲルマン及びガイツコウの兩氏は紫色の「オスチラリネン」(Oscillarineen)より種々の色を有する新培養を爲し遂げた。兩氏は單色光を用ひ、培養を分光器を以て檢定した光線濾過器の下に置いて試験したのであるが、二ヶ月後に至りて其成績は下の如くになつた。

- 赤色の光を用ひたる培養基には……………緑色を
 - 黄色の光にては……………青緑色を
 - 緑色の光にては……………赤色を
 - 青色の光にては……………黄褐色を
- 呈す

即ち單一色光にては、オスチラリネンは各培養基に作用したる「スペクトルム」の色の補色を現した事を知るに足る。凡ての植物性有機物と同じく、「オスチラリネン」には其生活條件として色素が炭酸同化作用に關係がある。然しな

細菌及び其他の發生體に及ぼす光の刺激

がら赤色の光は獨り綠色色素に、又綠色の光は赤色色素に働いて同化作用を起すものである。之に反して綠色の細胞に最も作用するものは赤色の波長であるし、又赤色の細胞には綠色の光が最も強く働く。總て斯の如く其色に對して補色を呈する光は強い同化力を現すものである。「オスチラリネン」は光の變化に適應する力を有するものであるから、其色素の變化、即ち色の適應に由つて自己の生存に最も好都合の適應を撰ぶことが出来る。そして最もよく其補色を現はし得る場合は、それは健全であり且つ運動が敏活である。

エンゲルマン及びガイツコウの兩氏は既に記載した如く、海水や湖水に生長する水草が、水の深さの増すに従つて異つた色を呈して居る事に著眼して初めて斯かる有益な實驗を爲すに至つたのである。

光力的現象

既に前章に於て殺菌力を現すものは主として波長の短い光であつて、波長の長い光は却つて殺菌力が不十分である事を説いた。屈折率の弱い光は殺菌力が微弱であるが、若し培養基に同時に熱を働かせるか或

は光に曝して酸素を作用せしむるが如き事あれば、弱き光にてもその殺菌力を高まらしむることが出来る。光の合同的作用に關してはタツバイネル及び其門下生等の研究に由つて始めて注目せらるるに至つた。茲に光の作用を考ふるに際して、一の注意すべき現象がある。即ち波長の長い光が螢光性溶液中に吸収されて螢光することがあるといふことである。タツバイネルは光の此の作用を光力的現象と呼んで居る。

タツバイネルの門下生ラープは「アクリヂン」(Acridin)の中毒作用を研究した際に、滴蟲類の一種である所の尾類「ゾウリムシ」(*Paramecium caudatum*)に一定の化學的物質が作用を及ぼすことを知り、それを快晴或は曇天に實驗して見た所、其作用の發現の有様が實に千態万變であることを發見した。例へば二万倍の鹽酸「アクリヂン」溶液中に「ゾウリムシ」を溶れた所、或る日には八十分間で死し、他の日には八百分より一千分の間で死んだ。「ゾウリムシ」を溶れた溶液を暗室内に置けば數日間生存するも、散光に曝せば約六十分間にて

死し、太陽の光では六分後に死んで了ふ。光源とゾウリムシを容れた容器との間に熱線を吸収す可き物質を挿み、太陽の熱作用を吸収せしめ、光の作用ばかりにて働かせば其成績は前と同様である。直接の太陽の光のみでは、ゾウリムシは目に附く程の害も受けずに長時間之に耐え得る。

「タツバイネル」は此観察を追及して「アクリチン」、「ヘエーニールアクリチン」、「エオジン」及び「キニーン」の稀釋液は暗所に於ては有毒作用が全く起らないか、よし起つても其力は微弱であるが、若し螢光作用を出す者と結合して光を、ゾウリムシに當てるときは激しい有害作用を及ぼすことを實驗した。

凡て此螢光性のある物質を稀薄溶液とすれば、光力的現象を現すものである。タツバイネルの門下生ヨドルパウエルは三萬倍に稀釋した「ロージェベンガー」(Rose bengale) (螢光物の標本)を暗所で「ゾウリムシ」に作用せしめた所、十六時間後に、此滴蟲を殺した。然るに溶液を日光に曝して螢光を發生せしめるときは僅かに一分時間内に之を殺すことを得た。六万倍の溶液中に「ゾウ

リムシ」を容れて之を殺すには、暗室中では四十八時間を要したが、光に曝せば一時間で十分であつた。又六百萬倍に稀釋した溶液に於ても僅か五時間しか要せなかつたと云ふことである。斯く螢光性物質は著しく稀釋するも、よくその光力的現象を現はすことは實に驚く可きものである。

此作用は獨り「ゾウリムシ」に及ぼすばかりでなく、他の滴蟲類に對しても同一である。「タツバイネル」及び「ブスク」は血液寄生蟲病の日光療法を研究した際に「トリパノゾーム」の種類も亦螢光性物質の光力的作用を受くる事を知つた。螢光性物質の細菌に作用する事に關して「ラーブ」は有益なる實驗をした。先づ硝子試験管三箇を選び、第一のものには蒸餾水を容れ、第二及び第三には螢光性物質の溶液を溶れ、夫々に綠膿菌新培養基を移して、第一及び第二の硝子管には熱線を吸収すべき硫酸銅溶液器の後側に置いて日光に三時間曝し、第三の硝子管は暗室に保存し、各三管から別々に新に扁平寒天培養基に培養せしところ、二三日の後に至りて第一及び第三管よりは寒天面上に多數の

聚落が発育した。太陽の光ばかりでは此曝露時間丈けに於て特に認め得る様な障害も現はさず、恰も暗室中に保存した螢光性溶液のものと全く同一であつたが、第二の硝子管から培養したものよりは細菌の發育は阻害された。是れ即ち螢光性物質と相俟て細菌に甚だ不幸な作用を齎したからである。之によつて諸種の螢光性の物質は強い有害作用を現す事を知る事が出来る。

タイバイネル及びヨドルパウエルの兩氏はラープの實驗を繰り返して細菌に螢光性物質を散光と共に當てしに、暗所又は光ばかりでは未だ有害作用を認め得ない時間内に於て既に細菌の死滅するのを見た。然し此殺菌時間には、ゾウリムシを殺す時間よりも遙かに長い。細菌は光が現象を起すべき物質を著しく選擇するものであるが、其原因は、細菌體の被膜が粗雜であるから、螢光性物質を意想外に通過せしむるに由るのである。絲狀菌も亦細菌と同じである。

フオン、タツバイネルは又次の如き興味ある實驗をした。綠膿菌は水に混

ずれば螢光物性を生ずるものであるが、此綠膿菌の生ずる螢光生物質は果して、ゾウリムシに光力的作用を及ぼすや否やを實驗しやうとした。之が爲に氏は、微に青灰色の螢光を發する殺菌薬汁培養基を使用した。この實驗に由ると暗室内に在つては二十四時間後に於ても、尙此、ゾウリムシの大部分は生活を持続して居るが、綠膿菌培養を、ゾウリムシの培養と混和して散光に曝すときは僅かに一時間にて死滅した。

光力的物質の作用は亦高等動物の細胞にも及ぼすものである事は茲に斷言し得られる。即ち光力的作用により、蛙の咽頭粘膜の顫毛表皮の運動は中止し、赤血球は破壊し白血球殊に淋巴球も攻撃されるのである。

ヨードパウエルは酵素及び毒素は光に當つた際に螢光性物質より影響せらるゝものであると云ふ精密な實證を公にした。是は非常に重要な業績と謂はねばならない。それはかうである。澱粉を糖化する「ヂアスターゼ」、蔗糖を分解する蔗糖酵素、醱酵を起す「チャーゼ」、牛乳を凝固せしむる凝乳酵素、蛋白

細菌及び其他の微生體に及ぼす光の刺激

質を分解する、ババヨチン及びトリブシンは、エオヂン、エリトロヂン其他の螢光發生物質と混じて光に曝せばその作用すべき力を失ふ。暗所に於ては濃度が濃くない時には其作用には別に變りがない。之に由つて光が酵素に影響する事を知り得るのである。若し螢光性物質を加へれば上記の酵素の感光性は頗る増進する。

毒素の内、リチンは之に螢光性物質を加へれば、比較的短時間内に赤血球に對する凝集力を失ひ、又毒性作用も低減し、従つて試験動物などは五倍乃至十倍の致死量にも堪ゆる事が出来る。又、クロチンの血球溶解作用も或る螢光性物質を加へらるゝ事に由つて消滅する。ヂフテリア毒素に螢光發性物質を加へて三日間散光に曝すときは著しく其毒素の效力を減じ、極量の百二十倍を天竺鼠に注射しても何等の反應をも起さない。破傷風の毒素も之と同じく鼠の皮下に極量の一乃至十倍を注射するも何の成績も現れない。又抗毒素血清の補體及び沈降素も亦光力學的物質の影響を受けるものである。

光力的現象に就いての學者の所見は多様である。光は螢光を發生せしむると同時に又螢光を吸收する事は既にヨドルパウエルの喝破したところであるが、唯吸收のみの説明では未だ不十分の嫌がある。蓋し螢光發生物質と同じく螢光を吸收し得べき非螢光性物質も、細胞内に侵入して、往々有害作用を現すものである。之に反して亦、ゾウリムシを含める一滴の水を螢光性物質より發する光に曝しても些少の害も受けないこともある。螢光の強さは光力的反應には何等作用しない事がある。更に強い螢光發生物質でも、光力作用を起すことの微少なものもあれば又反對に著しいものもある。

一定の培養基には光に由つて過酸化水素を發生すると同じく、螢光發生物の溶液も光に由つて化學的組成を變化し、酸化作用又は還元作用を營み、生物に有害な物質を生ずるものである。ルーが糞汁で試験を行ひ、レドウレバルトも亦同じく、エオヂン溶液で實驗し、光に曝したエオヂン溶液は、曝さぬ溶液よりも、ゾウリムシに對する有害作用の大なることを知つた。

又タツパネイル及びヨドルパウエルの兩氏も斯様な變化を立證して居る。尙兩氏は長時間太陽の光に曝した「エオヂン」溶液より酸類の發生することを發見し、それが弱酸であつても、ゾウリムシに對して劇しく有毒的に働くことを證明した。更らにヨドルパウエルは、光力作用は極めて迅速に行はれるものであつたから、到底此時間には酸類の發生を想像することが不可能であり、又蔗糖酵素に及ぼす光力的障害は酸類の發生を以ては説明し難いと言つて居る。何故ならば蔗糖酵素は、少量の酸に由つては阻害せられることが無く、却つて促進されるものであるからである。レドウ、レバルトは尙有益な觀察をした。即ち氏は「ゾウリムシ」に「エオヂン」の光力作用を及ぼすに當つて滴蟲を容れた溶液を、被蓋のない大皿に入れて光に曝したるに、硝子管の上部迄溶液を充たし蓋をして光に曝す場合よりも著しく強く作用することを發見した。ストラウプは此觀察に基いて、受光した「エオヂン」溶液の酸化作用を有する化學物質の及ぼす化學的變化を研究した。即ち光力現象を起す爲には酸素の

存在を必要とすることを知つたのである。然しながら普通の見解からして、光力的反應には酸素が必要であると云ふことは正當なる言とは思はれない。此點に就てはフォン、タツパネイル及びヨドルパウエル兩氏の證明は一層堅實である。即ち生活してゐる原形質、酵素及び毒素は、酸素の存在の下にのみ作用が起るものであると謂つてゐる。

過敏性 ライエルは光力的作用を過敏と謂つた。タツパネイルの如く、光性體の光力的作用と、フォーゲルの寫眞術で稱へた所の過敏との間に一定の關係あることを述べた。フォーゲルは臭化銀膠質の感光力は、化學的效力に乏しい波長の長い光線にても之が吸収せられ易い物質を加へることに由つて、寫眞板に著しく鋭く作用すと言つた。斯の如き物質を誘感體と云ふ。「エオヂン」の光力的現象を寫眞の過敏性に見做すは事實上總體に一致しないけれども、似合ふ點はある。螢光性物質に由つて感光性の高まるものは屈折弱き光線も是に由つて強い作用を現はす。即ち受光體の吸収力を増して光

の放射する「エネルギー」を更に他の「エネルギー」に変換せしむるものである。

第六章 高等動物に及ぼす光の作用

光と單細胞性動物體との關係は既に説明した。今は更に進んで光と高等動物との關係を觀察せんとするのであるが、吾々は茲に植物及び單純なる構造の生物に於ける光の生物學的現象よりも、一層錯綜して微細に互つて居ることを知るのである。實際、此現象は甚しく錯綜して居るので容易に正確なる判斷を下すことは出来ない。動物の構造が複雑となりそれに伴うて生活現象は益々多様となり、神経の支配關係や又は五感器と神経中樞との活動の多いものに到つては、其外圍の影響及び刺激に對する反應は亂雜極りない。高等動物が受くる光の影響には概して局所的作用と一般的作用との二つがある。局所的作用とは、光を受けた細胞及び其臓器に於けるものであり、一般的作用とは神経系統及び腦の機能の媒介に由つて起るものである。

動物の感光は是れまで單に眼球或は特殊の感覺の媒介に由つて起るものと考へたものであるが、之は大なる誤謬である。何れの部位の身體表面も光線を透過せしめ得るといふことより考へれば、何れの表面も實際に光の影響を受けることは明かである。受光した身體表面は光線を吸収し、「エネルギー」を他のものに變換するものである。一八五五年モレシヨットの研究に由れば、蛙の新陳代謝は光を受けて行はれるものであるが、其受光は眼球と皮膚とに由るものである。氏の實驗に由れば、蛙のみにならず鳥類、二十日鼠、野鼠等の眼球を抽出するも尙よく光に由つて炭酸瓦斯を排出するものであることが解つた。

皮膚の光學的感覺

グラシーベルの謂ふ所に由れば、盲目の山椒魚や、蛾や、頭部を切斷した蚯蚓等も皮膚に由つて克く光と色との影響を受ける能力を具備し、赤光線、青光線とを區別して前者を好み、後者を避くるの性質を具備して居る。之が所謂「グラシーベル」の皮膚の光學感覺である。

高等動物に及ぼす光の作用

蚯蚓 **ダーウ井ン**は蚯蚓が光を避けるのは即ち光は感じ易い爲であつて、明るき所や、青色光及び紫色光線を避けて、暗所と赤色光線とを好むことを知つた。

フィンゼンは蚯蚓に就いて下の様な試験をした。即ち長さ二十種、幅及び高さ各七種の紙箱を作つて蚯蚓二十四宛を入れ、各色の硝子板を赤、緑、青と、スベクトルム¹の順に並列して被うた所が、二三時間後に蚯蚓は皆赤色硝子の蓋をした所に匍匐した。次に**フィンゼン**は硝子の蓋を取り換へ赤色硝子の所に青色硝子を置いた所が、二三時間後に蚯蚓は悉く取換へた赤色硝子の蓋の方に移つた。尙氏は室内光線及び直射せる太陽の光を用ひて此實驗を反覆したが、何れも皆同一の結果を得た。蚯蚓の青色蓋硝子箱から匍匐出す迄に要する時間は光の強さに由つて異なり、三十分乃至一時間を要した。赤色硝子の蓋の下では蚯蚓は動くことなく、球狀に簇るを常とす。若し赤色硝子を青色硝子に取換へれば蚯蚓は運動を始め、彼方此方と匍匐し始める。其時間

は一分間を要するものである。

光の化學線が蚯蚓に對して如何に強い影響を及ぼすかは**フィンゼン**の實驗に由つて明白である。**氏**は山椒魚の飼料として蚯蚓を探り集めて置いた時に、不幸にも其多くは死し、残つた蚯蚓は半死半生の状態にあつたが、氏はその生命のまだある蚯蚓を捨てるのに忍び難かつたと見えて、様々の方法を講じて之を復活せしめやうとし、水を注いだり、弄つて見たりなどしたが、結局二十四だけ死んだ。そこで彼は之に光が作用するか如何かを試験しやうと思つて直射する太陽光線に曝せしに忽ちにして、四匹は更に歪曲したのである。

動物の向日性 蚯蚓と同じく、眼の無い貝類又は眼を具へながらも用を爲さない介蟲及び蝸牛も極めてよく光に感應するものである。**ナーゲル**、**プロテウス**、**アングイネウス** (*Proteus anguineus*) (有尾兩棲類に屬する蚯蚓)は非常に光り嫌ひの蟲類であるが、盲目となつた後でも好む赤色光線と、好まない青色光線とを鋭敏に區別する力がある(**デュホア**)。ローエ¹に由れば向日運動

高等動物に及ぼす光の作用

現象は獨り植物のみならず、動物にもあるものであつて、眼を具へない動物に光の強さを減ずれば向日運動を現すものである。

固著動物例へば、鬚足類及び水母類の一種である、ヒドロイトポリープ (Hydrozoa) (droid polyp) は感光器の軸を光の方面に向け居り、側面から光を浴びせれば其生長しつゝある假足に向日性を現し其方向に傾くものである。

眼を具へながら光を厭ふ昆虫に於ても有色光線の作用に對して恰も蚯蚓の様な動作を現すものである。フインゼンは前述の如き箱に蠅を容れた時に、矢張り蚯蚓の様な動作をした。然もその運動は蚯蚓よりも活潑であるが故に其結果も明かであつた。若し青色硝子の蓋を取換へて青色光線をこの動物に當てれば忽ち不安の状態を呈し、觸角を動かし此所彼所と走り廻り、赤色硝子の下に到つて初めて安堵し靜止する。實驗を反覆する内には年長者とも覺しい者が、第二に己れの取るべき位置を注意する様な振舞を爲して、驀然赤色光線を指して走り出す様な滑稽を演ずるのである。

光の運動刺激

光は多くの動物に對して運動刺激となるものであるが、光を不快に感じ厭ふ動物には刺激とはならない。フインゼンは大きな長方形の箱内に十一匹の蝶を容れ、蓋の半分を赤色硝子に、他の半分を青色硝子にて被うた所が、始めは不安げに飛び廻り居る中、赤色光に浴した蝶は靜かに止り、青色光に浴した蝶は羽叩きをして居たが、夕陽の沈むと共に靜かになつた。斯くて一時間後に至つて箱の内を視ると、十四は青色の光の方に集り、唯一匹のみが赤色光に止まつて居た。フインゼンは更に蓋を取り換へて見たが、一時間後には八匹は青色光線に浴して止り、三匹は赤色の下に止まつて居た。

フインゼンは大蠅を前同様の箱の内に容れて、化學線の運動に關係することを試験せしに、好成績は得られなかつた。然しながら大いに重要視すべき點を發見した。彼は先づ箱の一方に、赤色、橙色、青色の硝子を張り、其對側には無色の硝子を用ひた。而して此箱を窓際に置いて、色硝子側を光に向け一ヶ月以上觀察を續けた。蠅は終日箱の内を飛び廻つて、有色光線も何等の

影響を及ぼさない様に見えた。併し夕方になると赤色光線の方に簇がり微
 背して静止し、稀には一匹が青色光線の所に、三四匹が橙色光線の所に止まる
 ことがあつた。氏は蠅の動作を観察しやうとして、少量の砂糖を青色硝子の
 下に置いたけれども、蠅は此砂糖には眼を注ぐこともなく依然として赤色硝
 子の下に眠つた。次に彼は青色硝子の前に不透明な板を置きて箱の一隅を
 暗くし、他の隅を赤色の硝子で照らした時に、翌日の夕方から皆暗所に止まつ
 て眠つた。此實驗は幾度反覆しても常に同じ結果であつた。斯くしてフイ
 ンゼンは蠅が何れの光を選択するかを、十分に確むることを得なかつたけれ
 ども、兎に角光の刺激の最も少い所に静止することだけを確め得た。即ち終
 日倦まず飛び跳ねる蠅の運動も暗くなれば緩慢となり遲鈍となりて、赤色又
 は暗い所に集り睡氣を催して遂に此處に静止して眠るのである。

蛙の卵 蛙の卵にも光が運動刺激として作用することは明白である。卵
 の原形質に太陽の光を直射すれば激しい収縮運動を起す。又蛙の卵の發育

に就て試験すれば、胚が一方に向つて移行する状を視ることが出来る。長い
 胎兒は弓形をなし反對側に向ひ絶えず稻妻の如く速に迴轉運動をする。又
 直射太陽光線に當てれば此運動は一層劇しくなる。

山椒魚 山椒魚の卵も亦蛙の卵の如く光の影響を受ける。然も蛙の卵よ
 りも大きく且つ其彎曲度も強い爲に、一層明らかに此運動を見る事が出来る。

フィンゼンは何れの光が胎兒の運動に關係を及ぼすかを試験しやうとし
 て「トリトンクリースタールス」(Tritonistaurus)種に屬する山椒魚の熟卵を浅い皿
 に充たし色々の單色硝子板で被ひ、皿の水を絶えず交換して太陽の光に曝し
 た所、胎兒の運動を最もよく起させるものは青色の光であつて、綠色、黄色及び
 赤色の光では運動は甚だ微弱であつた。發育が稍、整つた山椒魚には光の刺
 戟は一層強く現れる。フィンゼンは水を容れた浅い皿に長さ約一握の幼い
 山椒魚を納れた所が、恰も鮫の静止するのと同じ有様であつた。氏は更に皿
 を日蔭に持ち來り、四面反射鏡を以て太陽の光を體に當てた。すると僅か二

三秒間で水中を活潑に運動し、二三時間後には再び静止した。尙氏は此試験を反覆したが、其都度動物の游泳及び運動には何等の束縛も加へずして、意の儘にして置いたのにも拘らず、毎に同一の結果を得た。又氏は皿の半分を翳し、他の半分を光に當てたが、山椒魚が偶、光の當たる所に赴くと、衝動的に彼方此方と泳ぎ廻り、陰影の所に來りて始めて静止した。氏は更に又皿の上に赤色硝子を置いて試験して見たが、其場合山椒魚は静止した。綠色や黄色光に於ては何等の影響をも現はさなかつた。然るに青色光線に於ては、白色光線の如く忽ちにして其反應が起つた。故に黄色及び綠色光線は、運動刺激としては全く無効であると云ふことは緊要な條件として知つて置く必要がある。蓋し黄色及び綠色光線は視官に最大の作用を及ぼすものであつて、此作用は視神経を興奮せしめ運動を喚起するものと見える。

蝌斗 フインゼンは蝌斗に就いて興味ある實驗を報告した。即ち長時間暗所に置いた蝌斗を急に光に照したるに、蝌斗は活潑に游泳し、平素に見られ

ない運動を營むだと云ふことである。又氏は種々の光を借りて、卵から孵化して發育する状態に就いて試験した。氏の實驗した所は斯うである。即ち氏は日々水を取換へる毎に蝌斗を日光に浴せしめたのである。すると赤色光線に由つて發育した蝌斗は溜水を取換へる毎に活潑に運動したが、青色光線で發育したものは全く静止の状態に在つた。之は何う云ふ譯かと云ふに、常に青色光線に浴して居た蝌斗は、光の刺激に對して慣習性を賦與せられて居るので、通常の太陽の光に遇つても何等刺激を感じないに反して、赤色光線に浴して居たものは、此慣習性を與へられて居ないから日光を受けるや否や刺激現象を現すに至つたのである。フインゼンは實驗に臨みて毎分時の運動を算へたさうであるが、運動するものが光を受けて居る間逐次に増加したと云ふことである。氏は又日光に五分間照した後、陰所に撤び、そこで運動した數を毎分時數へたのに、陰所に於ても尙運動が繼續され受光の時と數が同じであつたさうである。化學線の運動作用を現すには暫らく時間を待たな

ければならない、すると刺戟が止んだ後に至りて運動が極度となる。之を潜伏性状態又は後作用と稱するのである。

エンゲルマンが紫色、バクテリアに就て試験した光學運動の感應は、化學的物質に及ぼす光の後作用と同じ意味である。ブンゼン、ヘインゼンの稱へるが如くに、化學光線の後作用は獨特なる現象であつて、凡ゆる生體に働いて現れる。

軟體動物及び兩棲類も亦種々の昆蟲類の如く、光を運動刺戟として感ずる。ヘルテルは回轉昆蟲類に、マグネシウムの光を短時間作用せしめたのに、動物は烈しく身體を縮め、若し長時間作用せしめる時には遂に死滅したのを見た。又、リムメウスの胚は初めには運動速度を増すが、次には遅緩し、靜止し、收縮して遂に死し、螺螺の幼蟲に紫外線を當てれば速かに遁逃して光を避けやうとした。

ヘルテルの蚯蚓の試験は特に意義のあるものである。高等動物の神經の

部は、直接に光の刺戟に感ずることを證明した。氏は蚯蚓の腹部神經を露出して紫外線に照した所が刺戟の及んだ局部は先づ收縮し、次で全身の彎曲するのを見た。

發光動物 光は海棲の發光動物に麻痺作用を及ぼすと共に他の作用をも及ぼすが如くに考へられる。助狀水母及管狀水母 (*Kteno-Kliton euisi-Khopli-Pou*) 等を明るい場所に二三時間も曝して置くと、發光はしないが之に反して長時間暗所に置いて刺戟すれば再び光を放つに至る。動物の發光力は始めには弱いが逐次に其強さを増加する。之に由つて見れば光を發する能力は外界の照輝に由つて麻痺するを知ることが出来る。フェルウオルンの謂ふ所に由ると、單細胞の「ノクテルカ」(*Noctulites*) の光の感覺は、光が感覺器及び中樞神經系の媒助に因りて現るゝ二次的作用に由つて起るにはあらずして、光が一定の細胞群に直接に作用して現るゝものと承認してよい。

刺戟としての光 光に由つて起る運動は、受光體に吸收せられた光線の、エ

高等動物に及ぼす光の作用

エネルギーが生活する原形質に化學的變化を起した結果である。生活細胞の化學的變化に就いては、現今の分析學の知識を以ては未だ證明することが出來ない。故に光に由りて運動を起さす作用を單に刺戟と云ひ、光は起生的或は「エネルギー」發動的素質として働くものだと言ふことが出来るのみである。フインゼンは一概に光の作用を刺戟と謂ひ放つたけれども、日常自然界に行はるゝ化學線的作用は前記の如く簡易なものではない。斯く光の作用は知るに由ないが、學者の識れる範圍内に於ては光線は間斷なく作用するものであつて、然も此作用は生物學上頗る重要なものである。光を吸収した體內には「エネルギー」が誘導せられ、種々なる方法に由つて變換せらるゝものである。其最も微妙なる「エネルギー」の變換の現るゝ所は神經系統である。前述の試験は唯下等動物に於て行つたものであるが、之は光の化學力の考究には根本となるものである。高等動物及び人類に及ぼす光の作用は之と同様であるが、多少強く働くことは各方面の觀察に由つて明かである。日光

が生物に偉大なる作用を及ぼすことは吾人の既に知つて居る所であるが、尙不變に永續的に働く太陽の光は、急劇に變遷する場合よりも、其作用力の現るゝことの少いのは注意すべきことである。

例へば初夏の頃、雨勝ちにして積日陰暗なる曇天の爲めその鬱陶しさに堪へやらぬ時、忽然として太陽の光を仰ぐことあらんか、吾人の氣分は頓に晴れて清々しくなり、到る所活氣を生じて昆蟲は愉快氣に此所彼所と匍匐し廻り、或は翅音勇ましく飛び廻り、蜥蜴は現れ、蛇は草叢に出でて日光に浴し、百千の鳥は一齊に歡呼して囀り、天地は急に楽しい樂園に化してしまつたかの如き感を起さしむるものである。斯かる感じは多少漠然として居るのは免れなけれども、それが光の作用に由ることは明白である。此光の力を稱して起生力と叫ぶは、其生を齎らして活動を誘致する意を酌んだものである。實に此作用は太陽光線の熱及び光の心理作用に起因することは明かである。而して此作用の大部分は化學光線の力であることも亦明白な事實である。

動物の成長 動物の發育及び成長に對して光は如何なる關係を有して居るか種々の實驗は光が動物の發育や成長に大なる役割を演じて居ることを證明する。例へば蛙の卵或は蝌蚪は暗く被蓋をした永槽内では死滅するか或は辛じて發育するに過ぎないが透明なる硝子瓶に納れた卵は通常の如く發育する。蝌蚪は白色光に於ては綠色光に於けるよりも繁殖が旺んである。紫色光は蛙及び山椒魚の幼蟲の發育を助けるがスペクトルムの他の區域並に暗黒は發育を遅緩せしむるか或は阻害する。又蠅の卵に青色或は紫色光を投射すると綠色黄色赤色のコップ内に納めた場合又は白色のコップに入れて日光に曝した場合よりも其發育は目覺ましい。光は又菌の發育を促すものであつて、蠅蠅蟲にても、スペクトルムの化學力ある青色光線が其發育を促進し赤色光線及び暗黒は其發育を阻害する。

翻つて高等動物を見るに、豚兒及び牝犢は白光線よりも紫色光線を受ける方が發育を旺盛ならしめる。又家畜を日の照らない所で飼養すれば繁殖は

悪く日當りの良い所で飼養すれば繁殖の著しいことは農夫でも知つて居る。フロイトは家兎の子は暗い場所に於ては死ぬものであると云ふことを實驗した。兩棲類及び爬蟲類の四肢を試みに切り除くも日の照る所では暗所よりも速かに且つ完全に恢復することは既によく知れ渡つて居る事實である。

色素 光は高等動物の種々なる細胞や臓器や特に皮膚の色素に對して面白い關係を有つて居る。陸棲動物と水棲動物とを問はず、凡て太陽の光に面する表面殊に脊部は腹部の皮膚よりも多くは色素を含んで居ることは法目に慣ひする。又或るものには體の或る部分に濃厚なる毛髮の生ずるものがあり、或るものには羽毛の粗雜なものがあり、又或るものには角を具へて外界の防禦とするものがある。何れにしても此等は體の部位に應じて強い光と深い交渉のある證據である。植物界を観察しても亦之と同様であつて樹木の樹皮は受光側に強く厚いが日陰側には薄いものである。星比目魚或は鱈の上面は色素を有して居るが下面は色素を缺き、又光に面

して居る眼は色素を含んで居る。動物の皮膚の色素が光の影響を蒙るのは天賦の妙であつて、穴居動物、寄生動物の如く暗所に生活するものには通常色素が含まれて居ない。然し例へ穴居動物であつても光に曝される様なことがあれば、体内に色素を取り入れる傾向を備へてゐる。「プロテウス、アンゲイネウス」(Proteus anguineus)は通常皮膚には色素を含まないのであるが、光を受くれば忽ち暗黒に變化する。又山椒魚屬の有尾類である「アクソロトル」(Axolotl)の幼児は薄暗い所或は赤色光線で飼養すれば、日光の當る明るい場所で飼養するよりも發育が遅く、暗所では一層進まない。

皮膚一般に毛の色は日當りのよい土地又は夏期に於ては日陰の土地又は冬期に於けるよりも濃厚である。南北極の地方に棲息する動物も夏期になれば黝んだ色となり、陰鬱な冬期に至れば鮮かな色を呈して居る。然しながら明るい日光を浴しながら棲息して居る動物の間にも、無色動物は絶対に無い譯ではない。又海底幾百尋の薄暗い所に棲む生物でも、色澤の尙華美な色

を有つたものがある。又蝶螺及び蛙の幼蟲を久しく暗い洞窟の内で飼養しても、その天然の色は決して減じないものである。

變色 光の運動刺激は多くの植物に於けると同様に、動物に於ても色素に作用を及ぼすものである(エールマン)。ヘルエンの實驗に由れば、蝶螺の幼蟲に紫色線を放射すれば染色粒が運動し、頭足類の烏賊を照光すれば、其部分には忽ち色素細胞即ち染色體が現れて周囲の皮膚は俄然褐色又は赤褐色に色づき、其色は見る／＼うちに全身に瀰漫する。そして此際動物は不安の状を示して光より外へ游出せんと努める。斯くの如き頭足類の運動は皮膚にある種々の色素が動きて外界の事情に適應せんが爲である。ヘルテルは光測「バクテリア」が巧妙なる感光能力を有する事より觀察して烏賊に於ても亦染色體が感光刺激性を現はすことを試験した。二鰓類(Joligoexemplare)の幼蟲は射入する光の種々の波長に對して染色體の運動によつて微妙に感應する。皮膚に赤色光線を作用せしむれば黄色細胞が運動し始めて表面が忽ち黄色

に變じ、轉て紫色細胞が活動し始めると表面を紫色に染める。又最初に黄色線が皮膚に作用すれば紫色細胞が活動して黄色細胞が一時壓伏せらるゝが、遂次に身體に瀰漫して遂に黄色に染まるに至る。

スタイナツハは烏賊が染色體の媒助に由つて運動を起すことを觀察した。「エレドレーネ」(Eledone)を俄かに太陽の光に曝すときは其表面は二三秒間で悉く暗黒色に變ずる。それと同時に吸盤が吸著部より離れて、動物は水槽内を躁卒しく遊び廻る。そして陰影部に到つて再び吸著する。斯くの如く眼を具へない動物でも、太陽光線に對しては恰も眼を有する物の如き運動を營むものである。故に運動刺激は決して眼球の媒助ばかりではない。恐らくは光の刺激が染色體に働く爲めであらう。そして染色體は染色體突起が皮膚組織内にある筋層と交通し、更に吸盤に通るが故に神経系の媒介に由つて反射運動を起すものであらう。

カメレオン

「カメレオン」が變色するものは色素含有細胞が光を受けて

表面に移行するものと考へられる。而して闇中に在つては染色體は皮膚の深層に潜在して居る。今カメレオンを光に當てると、感光力は徐々に高まつて先づ鮮黄色を呈し、次に帶緑灰色に變じ、更に灰色の斑點を生じ、而して遂に褐色、暗褐色、黒色になる。ベルト及びホツペザイルの實驗に由ると、色素運搬細胞は青色及び紫色の光に強く作用せらるるも赤色及び黄色光には殆んど作用されないと云ふ。ベルトは尙綿密な觀察をした。即ち氏は身體の半分を赤色光に曝し、残りの半身を青色光線に曝したのであるが、青色光線の當つた半分は忽ち黒變したに拘らず、赤色光線に曝された半分には鮮かな色を現はした。氏は又太陽の光にも曝して見たが、其場合には假令カメレオンが睡眠して居ても、クロ、フォルム麻酔にかゝつて居ても、又死後二三時間を經つた後も雖も尙暗色を呈した。生ける動物の皮膚の色素反應は感光性の有る視神経の働きに因るものであつて、若し動物より眼球を抽出して試験すれば、抽出した體の半分は、稍鮮かな色を呈し、若し又脳半球を破壊すれば反對側

の變色作用が妨げらる。「カメレオン」に於て見るが如き色及び色素の變換をなす動物は他にもあるが、之も同じく光に由つて色素細胞の運動を起すのである。殊に動物を周く照せば最も強く作用するものである。自然的の變色は動物にとつてはその生活上有利なものであることは最早疑を容るゝ餘地がない。即ち動物の保護色は之に因るのである。直接及び反射の光の刺戟は動物の色を均衡状態に至らしめ、斯くして周圍の事情に適應せしむるものである(リンベルク)。

蓄麥中毒

羊、豚、牛等の動物は光に由つて病的反應を起すことがある。蓄麥病は其一つである。此等の動物を蓄麥又は蓄麥藁を用ゐて飼養して光に當つれば、白色或は毛色の鮮かなる動物は赤色を帯びたる疹を發する。次いで病毒が體内に瀰漫するに従つて激しい炎症に變じ、管に膿疱を生ずるばかりでなく、時として皮膚は壞疽に陥り、健康を害するに至ることがある。暗色の動物は此病に罹ることはないが、色斑のある動物に於ては色素の全く缺

ける場所或は色素の乏しい所ばかりに發病する。然し若し色素に富んで居るか、或は表面に偶然にも汚物が附著して居れば、此病を未然に防ぐことが出来る。皮膚に色素の含有量が少い程發病は激烈である。動物を強い太陽の光又は直射日光に曝せば病癩の度は愈々甚しくなる。然るに色づいた動物を蓄麥で飼養する時、暗所に繋げば病に犯されることはない。實驗上白色の牛の半分に、テールを塗布して光の化學的の働きを遮ぎれば、唯塗布しない半面のみで發疹する。之に由つて見ても、個體的、局所的及び一時的の事情は、發病の素質に關係のあるものであることが解かる。

斯く特有な現象の起る理由は、蓄麥を以て飼養すれば動物の體内に或る物質が生じ、其物質自らは病因とはならないが、光を受けると始めて病的作用を現すものである。蓄麥は一種の色素を含み居り、其溶液は濃赤色の螢光を放つものである。タツバイネルの述べた光力學の現象より推して蓄麥中毒は、螢光物質が皮膚に感應を及ぼし、無害な光線迄も感じ易からしめて皮膚炎を

起すものと見做して、良し。

經驗上毛色の鮮明な種には、暗色の種よりもよく種痘し、膿疱發生が佳良で、且つ其増殖も旺んである。痘病淋巴を得やうとする場合に、色の鮮明な動物を選定すべき理も之に由つて容易に理解することが出来る。

第七章 人體皮膚に及ぼす光の作用

光が人體に及ぼす作用を知らうと欲せば、第一に太陽の光に直接曝さるる器官に就いて研究する必要がある。そこで茲では先づ光と皮膚との關係より始めやうと思ふ。此關係を明らかにする爲には、日常の見聞を精しく檢し、又吾人の平常の經驗に基かなくてはならない。吾人の知る如く、顔面及び手の皮膚は常に衣服に掩はれて居る部分と、その外觀を異にして居る。戸外に働く人には、此差異は特に著しい。田舎者を都會人に比較すれば、彼等の顔色は都會人のそれよりも遙かに健全で、そして黒く光つて居る。市内郊外何れに

せよ、勞働者が腕を捲つて働けば、手の甲が赤く褐色に焦けるのみならず、捲り上げた腕迄日に焦ける。又演習地から歸つた兵士が著して、熱く赤褐色に焦け、然も帽子を被つた爲め、額に判然たる境界線を劃して、其部分丈が白色を呈して居るのを見るであらう。

空氣及び光は人の顔面に強壯の觀を附與するものである。故に小學兒童の顔色の蒼白い者は、何よりも先づ戸外に於て遊戯させ、又は田舎に送つて生活させることが緊要である。又婦女子が事實を穿き違へて、ヴェールや日傘を用ひて日光を避け、容色の美を保たうとするのは、洵に歎すべきことである。日光が頬を赭くし、褐色ならしむることは、婦女子は思の外恐るゝ所である。故に若し一般の趣味若くは風俗が蒼白い病人顔を希望したり、又は努めて病人面を美しい顔として稱讚するが如き場合には、此の蒼白い病的な容貌は益々歓迎せらるゝに至るであらう。

皮膚に及ぼす光の影響に就いての重要な關係が、洵く人々に認めらるゝに
人體皮膚に及ぼす光の作用

至りし迄には非常に長い年月を要した。光は外熱及び内熱として皮膚に對して生理的及び病的に影響する力がある。

○日焦け及び雪焦け 日焦けは一般に知られて居る現象である。日焦け(即ち皮膚の日射病)とは、光に對する皮膚の生理的反應現象が昂じて病理的となつたのに外ならない。近年迄は日焦けの原因を太陽の光の含む熱の作用に歸して居た。赫灼たる太陽の光に遇へば皮膚は暖かさ及び熱を感じる。若し熱作用が不快の感を起すと同時に病的變化を起したとするならば、此病的變化は熱線に基くものであると考へたのは無理のないことである。化學線は熱線程直接に吾人に感じない。故に最近に至る迄一二の學者シヤルコ¹⁾の如きを除けば、多くの醫學書には日焦けの原因を太陽の熱作用に歸し、以て之に熱紅斑或は熱濕疹なる名稱を附したことも容易に首肯することが出来る。尤も二三の學者は全く熱作用がなくても尙日焦けを生じ得るものであると云ふことに注目して居たのも確である。即ち氷山を徨ひて寒冷に曝

る者が此熱濕疹に罹れるを視て、日焦け及び雪焦けは同意味のものと思はれたのである。勿論兩者共に皮膚に働いた外界の作用であると信じたのであるが、その病原的作用の眞の原因は光の作用、即ち波長の短かい化學線に在るといふことは知らなかつたのである。

光疹 光疹はスツトガルトの皮膚病學者ハンメルが一八九一年に始めて公にしたものであつた。氏は光が炎症の原因であることを口を極めて稱へた第一人者である。皮膚に及ぼす光の作用に關する氏の論文中には、一八八七年にフアイエルが光に感じ易い患婦に見た觀察と、自家の患者に見た觀察とを論じて居る。兩患者は何れも日焦けに關したものであつて、然も同じ状態に於て生じたものである。氏は之に由つて太陽の光の發炎は波長の短い線に由ることを確かめ、且つ此實驗的證明の外、日焦けは太陽の熱作用に由つて生ずるものではなくて、太陽の照輝の力の爲に生ずるものであり、それは彼の一面曖々たる銀世界を徨ふアルプス人に由つても論證することが出来る。と述

雪の反射せる光は直射光線よりも却つて強く人體の皮膚に作用して最も強烈な而も悪性な炎症を發し、嘗に皮膚のみならず眼の結膜までも犯して所謂雪盲を起すに至るといふことを立證した。

此現象は雪山や氷山に於て起るのみならず、又雪の無き所或は氷山無き山岳に於ても確に發するものであると云ふのは、日光は低地よりも高地に於て却つて其光力が強烈なるが爲である。

南カルフオルニヤ洲の雪の無いホウ
イマネス山に登つたランゲレーの記事にも「同行者の多くは偶、海拔二萬千六百呎の頂上に登りて日に曝されたときに、谷間にありし時とは全く異なりたる状態の起りしことを余は目撃した。余自身も亦登山の道すがら、冷い空氣に觸れて居りながらも手や顔が却つて強く日に焦け、既に頂上に達した翌日には余の手は宛も火傷した如くになり、顔は殆んど見分け難い程に變つた。他の者も其程度こそ弱けれ何れも日に焦け、殊に手は甚しく下山後數週間は皮膚の色が黄色に變じ且つ硬くなつて居た」と記して居る。

此等の事實を観察するに、山頂は山麓よりも低温であるが、化學線、就中紫外線の量は高所に登るに従ひ海拔の高さに比例して多くなり、その力の増大して居ると云ふことは最も注意すべきことである。直接地表を覆ふ氣層の厚い程、太陽スペクトルムの紫外線の幅經は狭い。そして高山に登り血壓が下降しても日焦け雪焦けには何等の影響をも及ぼさない。若し此關係があるとするれば、外部に露出して居る體部のみならず、衣服を纏つて居る部分にも同様に病的變化を被るべき筈であるが事實は毫もそんなことはない。

尙又光線の作用に關する實驗を考證するに、皮膚の赤くなり、又日焦けするのは單に光の力のみに由るものであつて同時に熱の作用を要しない。この關係を知らんとするには、必ずしも北國の雪山に登る必要はない。春の初め日光を浴びながら長時間散歩すれば、未だ暑さを覺えない季候であるに拘らず、顔面殊に鼻、耳及び前額に赤味を帶び、日光に當つた手の甲が赭くなるのを以て見ても明らかに知ることが出来る。又場合に由つて其の變化が強く現

れ、又日光に曝された時よりも更に二三時間遅れて赤色を帯び、且つ同時に疼痛を感じて腫れ上り、又眼瞼及び耳殻の外縁は腫脹して水疱を産じ、衣類に壓されたり、摩擦されたりする時には皮膚を傷けて藥液を漏らし、眼は結膜炎に罹る事がある。

○光に慣るる事 光から受くる影響は人に由つて相異する。又同じ人であつても時と事情に由つて違つて居る。即ち先に述べた散歩の場合に於ても、或る者は僅かに顔に紅味を潮するだけで如何にも爽快に元氣よく又心地よけに温まりながら我が家に歸へる者もあれば、又或る者は皮膚に痒みと焼ける感じとを訴へ、顔面及び手には炎衝即ち發赤腫脹發疱及び浸潤を起す者もある。如上の如き種々の症狀の繼續時間も亦各々異なるものである。即ち或る者は半時間も経過すれば其赤色が消え去り、或る者は三日乃至五日を経るも鼻尖の緒味が除かれず、或は頬及び前額に赤い鱗斑を残し、或は耳殻及び頸部に痂皮を生じて表皮が剥け、又或る者は顔面を焼灼たる太陽の光に當てれ

ば不快の感を抱く。斯く日焦に罹つた患者が初め散歩する際には少しも暑氣を知らないのに、斯くも劇しく焦けたかと思ふことは吾人が屢々見聞する所である。日光に浴しながら戸外に遊ぶ者が愉快極つて衣服を脱ぎ、帽子を取り、頸筋を露し腕を高く捲り、甚だしくなると胸を披いて日光に曝す様な場合は日焦けに最も罹り易い時である。斯かる局部的空氣浴及び日光浴の後には間もなく不愉快な氣持がして来る。即ち初めには心地好けに見えた皮膚の赤味も漸次強くなり、炎衝は愈進み、そして疼痛を感じ、衣服の摩擦にて堪へ難くなり、水疱から滴る液の爲めに益々不愉快となるのである。其の治療としては軟膏濕布冷罨法を施して疼痛を治すべく、又傷んだ皮膚を保護する爲めには身體の運動を避けなければならぬ。斯の様な炎衝の現れるのは山岳跋涉者に於ても亦同様である。殊に歐洲人は好んで登山を試み、氷山に攀り、幾多の危険を顧みずして襟を脱ぎ、ズボンを持つて膝迄露出し、恰も山賊の服装に似た有様で、光り眩しいアルペンの世界に進むのであるが、忽ちにして

顔面、手頸及び滑らかな白い膝蓋の部分に山地の空氣及び光線が作用して炎衝を起すのを認めるのである。斯くの如く平素衣物に由つて被はれる部分が露出すれば、皮膚は發赤腫脹して疼痛を感じる。殊に膝には著しく炎症が現はれる。この點から見れば衣服は常に寒冷を防ぎ且つ身體周圍の溫度の變化に備へるものであるのみならず、又同時に光の身體皮膚に及ぼす障害に對しての防護物たることは、多くの人々の氣附かない所である。

日常光に曝されて居ない隠れた部分の皮膚が、偶然か或は故意に光を受けたる場合、慣光の程度が少なければ少ない丈け光の反應は益著しく、身體の中で著物の外に露出して居る部分は常に幾分の光を受けて其刺戟に慣れて居るから其反應は左程大ではない。然しながら其慣習程度は處に由つて異つて居る。光に對する感受力是一定の平衡を保つて居るが、一度び光の強さ及び時間に著しい變化が起れば習慣的感受力の平衡は破られ茲に初めて皮膚に作用を及ぼすのである。斯がることは亦熱に於ても同様である。即ち常溫

に於ては氣の附かないものでも寒暖の差が明かになると、初めて神經の興奮せらるゝものである。總じて物理的化學的作用は、光又は熱の刺戟がその日常の度を越すか、又は減する時に始めて認められるものである。冬期に於ては吾人の身體表面に影響することは少きも、日脚短かい季節に於ても平常の生活狀態に障害を及ぼすものである。冬期又は衣服を纏へるときは皮膚の慣習性は鈍くなるものであるが、初春の候を迎へて太陽が緯度高く移ると共に化學的有効成分を増し、爲めに顔及び手に日焦けを起し又顔面頸部及び手甲の皮膚が日光に對する慣習の平衡を破つて臟器に全然目撃し難い作用を誘發する。外界に皮膚が露出して居れば日光に慣れるが、若し衣服に覆はれて居る時は光に慣れて居ない所から、光に對する感覺力が鋭い爲めに、日長の季節の時、故意に又は偶然に空氣浴又は日光浴をなして部分的に或は全身に、強い且つ長い時間の光を受けると、忽ち劇しい炎衝に犯される。だから日光浴に際しては必ず醫家の指揮を仰がなくてはならない。さもな

ければ日光浴の爲めに不慮の結果を招ぎ、且つ顔面のみでなく身體の他部までも侵される様なことになる。

極地探險家の経験 上述の光の作用には熱線が大關係を有つて居ると異論を稱へるものが多いが、然し斯かる疑問は極地探險家の齎らした興味ある報告に由つて氷解される。極地探險の日記に徴するに、氷點以下の寒冷でも日光が皮膚に及ぼすの作用は熱帯地方よりも遙かに強い様である。ランダグ日誌にも六月十五日ウランゲルト北方、北緯九十七度の所に凍えた當時の有様を記して、晝間五度の温度であるに拘らず、深更から灼熱を感じ手及び顔面は腫脹して焼かれる様な感じを経験したと云つて居る。

又ノルデンギョルドのグリーンランド遠征隊報告にも乾燥透明稀薄の空気を通じて居る太陽の光に由つて、露出した顔面及び皮膚は屑片となつて剝脱した、そして斯の様な症状の再三反覆して起つた事は熱帯地方に於てすら見ないと云つて居る。又ベルソンは瑞典のクリンランド遠征より歸つて曰

ふのに、氷上を歩行せしに同行者は熱の爲に甚しく犯され、顔面及び耳の皮膚は發赤腫脹し疼痛を覺え、恰も丹毒の如くになつた。又水疱を生じて火傷の様な激しい灼熱を感じ又幕の内に入つた時は堪へ難き迄に甚だしくなつた。其疼痛は頭部にまで擴がり、刺戟の結果鼻から薄い腐敗臭の分泌液を出し、又一部は結痂したが體て灼熱は幾分か減退した。斯かる皮膚の炎衝は幾度も繰返され、雪に吾々のみならず平素海風に晒されて居つた漁夫も、又天候不定に馴れたラブランド人すらも皆一様に犯された。

ウイドマルクは自から此病症に罹り、親しく觀察するの機會を得た。その経験に由ると終日赫灼たる日光を浴び氷雪の間を旅行した時、眼鏡を用ひて居たので眼には別段の事がなかつたけれど、顔面や皮膚は強い光の爲に激しく犯され、爲めに其日は終日皮膚に可なりの熱を感じた。そして其翌日は特別に鼻及び耳が激しく發赤して腫脹を來たし、同時に灼熱を感じて患部の皮膚の感覺は頗る鋭敏となり、五日目には皮膚が剝脱したと云ふことである。

之に由つて見れば日光の直接作用は直ちに現れないが翌日に至つて明らかな症状を呈するに至つたのである。

電氣の光に由る皮膚の炎症 更に工藝上の觀察よりして人體の皮膚に及ぼす化學線の意義及び其作用を説明することが出来る。嘗てバリーのクリュゾー及びモスコのコロチナ兩金屬工場に於てベルナード式の金屬棒を一極とし加工すべき金屬を他の極として電流を通ずるのであるがさうすると長さ約五種の電弧を生じ其温度二萬九千度乃至六萬度に達するものである。然るに斯かる驚く可き高温なるにも拘らず熱線は少く一米突の距離に在つて一分間に温度二度を増すばかりである。若し距離が五米突であれば最早温度の上昇を認めない位である。然も一〇米乃至十二米を距て作業してゐる職工は光の害を蒙つて眼は黒眼鏡を用ひて居るに拘らず強い炎衝に犯され皮膚には激しい日焦の現象を呈し、一見激しい火傷の如くに

見えるのであつた。斯くて職工達は斯かる電光作用に恐怖して職の難易質銀の多寡を問はず他の工場に奔るに至つた爲めに、會社は一時に事業困難を來せしを以て醫者に其研究を托したのである。茲に於て其の研究者の一人たるマクラコフはコロチナ會社の状態を研究し、且つ出來得る限り職工に對する保護策を講じた。氏は先づ自らを右の電光に曝して得たる實驗と、職工の實驗とを研究綜合した。其臨床記事に由ると、此光に當れば直ちに皮膚及び眼は灼熱を覺え、三時間乃至四時間後には水沸を垂らし、落涙し、尙四時間後には咳嗽を出すやうになる。而して實驗の初めから八時間乃至十時間を経れば眼の刺戟益進んで殆んど堪へ難くなり、それが四時間乃至六時間も繼續すると、腫て皮膚は黒くなり皮膚の剝落も少くなる。さうすると結膜の粘液性及び膿液性分泌も薄らぎ、刺戟も減じて皮膚は黒色勝ちとなり、第三日には外皮剝落が止み、第六日に至れば前記の症状は大部分消失して、唯軽い外皮の剝落と皮膚の強い著色が残つて、其状態が數週間も續いた。また職工と光線

との間に熱線に吸収すべき中間物を挿入しても以上の光線作用には少しも變ることにはなかつた。故に此病症の原因は熱線に由らないことは明かである。若し赤と青との混合なる灰色に染めた被物或は覆面を以て皮膚を蔽へば此火傷を防ぐことが出来る。何故なれば此色の被覆は青紫線及び紫外線を吸収するからである。又一方クリュゾーに於てはテフオンテールが研究し、前者と同様の方法に由て、此病症は弧燈から發する化學線に起因するものであることを確め、其豫防は光に對して講ずべきものであつて、熱には何等の處置を採らなくても差支へないと主張した。

實驗的研究 光の作用に就ては各方面から同様な實驗的研究が報告せられて居る。之は光の作用の疑を解釋するに與つて力あるものであるから今其二三の實驗例を紹介しよう。ウイドマルクは其實験に弧燈の約二百燭光力を集合して光源と成し、光の組成及びスペクトルムの性質を研究して太陽光線の關係を推論した。氏は硝子は、スペクトルムの波長の短い化學線を

吸収し、石炭は之に反して通過せしむるとの自己の經驗を立脚地として白子所謂先天的色素缺乏の家兎の毛を剃り、其處に弧燈の放つ光を並行光線となし石炭を通じて三時間繼續投射した所、翌日に至つて見ると其の光の當つた部分丈は發赤し、其度も漸次増加せしも、第四日目よりは次第に上皮剝離して消失した。次に氏は皮膚と光源との間に硝子を挿入して同様の試験を施したが少しも發赤しなかつた。何故なれば、硝子は紫外線を通過せしめないからである。氏は更に長さ五乃至六厘、幅五厘の金屬管を試験に供し、一端には石炭、レンズを嵌め、他端には硝子の平板を箆め、尙一つの孔を作つて之に石炭、レンズを接合せしめ、此筒を作り弧燈の並行光線を白子の家兎の毛を剃つた皮膚に投射した。すると石炭を通過した光線は紫外線を含むに由つて、之に曝された皮膚は二十四時間後には紅斑を生じ、後に脱皮し、二週間を経て明かに之を認められた。然し他の光を受けた皮膚は少しも害を受けなかつた。此實驗に由つても、石炭を通過した紫外線を含む光のみが皮膚に發赤を起さ

しめたのを知ることが出来る。然しながら石炭は硝子と同じく熱線を通じてしむるものであるから、之を防ぐためにウイドマルクは筒中に水を充した。さうした理由は水を充すときには赤色光線及び赤外線を吸収するも、化学線を通じてしむる性質を有つて居るからである。故に今弧燈の光線を此の水に通らせて以前の實驗を試みる時は同様に紅斑を發し、熱線には何等の影響も及ぼさない事が明に成つて來た。

水が熱線を吸収するが如く、硫酸キニーネ溶液は紫外線を吸収する。ウイドマルクは此理を應用し、石炭、レンズを嵌めた筒の中に硫酸キニーネを容れて之を通過せしめた光線を以て如上の實驗をした所、家兎の皮膚には何等の影響がなかつた。即ち皮膚に當つた光線は單に、光明として見える光線のみであつて、決して反應を現す力を有しなかつたのである。紫外線のみが皮膚に炎衝を起すと云ふ事は之に由つて確められる。

ハンメルはウイドマルクの實驗を自己の皮膚に應用して其實驗を確め且

つ未だ知られなかつた興味ある事實を添加し、之と熱線との差異を明かにした。同氏の實驗には、ルビン赤色硝子の「ホヤ」を嵌めた「アルカンド」燈の瓦斯ランプ「ホヤ」は宛も寫眞暗室の乾板現象用のものに似た物であつた。此「ランプ」の赤の光線は勿論、他の照輝せる光線の大部分を含んでは居るが、化学線の含有を缺いて居るのである。斯くて氏は左上腿の皮膚を絆創膏或は褐色の紙で被ひ、所々に小窓を作つて皮膚を露出し、其部分を光線に曝し、「ランプ」と皮膚との距離を十乃至十五糎とした所、非常に熱く感じた。其距離を近けるに従ひ不快を感じ、遂には堪へ難きまでに至つた。氏の謂ふところによると、此實驗程不快な熱さを感じたことは、太陽光線に於ても電氣光線に於ても未だ會て經驗した事のないものであつた。光に曝されてから二十五分間で皮膚は發赤し、初めは暖かさを感じたが漸次に熱くなり、遂には光線より遠ざからざるを得なくなつた。そして一時間後には皮膚は強く發赤し、中に二三の鮮かな斑點が現れた。更に一時間後に到れば曝された皮膚のみならず、その周圍

の絆創膏で覆はれた部分までも激しく發赤した。たゞ褐色を載せた部分だけは流石に發赤しなかつた。それから尙一時間を経た所が、上述の斑點は益々増大して、明瞭に現はれて遂に皮膚には大理石の様な模様を現した。それから尙ほ二時間を経た後には、彼の斑點は融つて大きくなり、激しく發赤した所は薄くなつたけれども其他は依然として蔷薇色を呈して居た。實驗の始めから十二時間目には光に曝された皮膚はその周圍の境界が判明になつて白っぽい赤味を帯びた。更に時を経るにつれて赤味は消失し、皮膚は外見上全く普通と異らなくなつた。

斯くの如く熱線も亦紫外線と同様に皮膚に作用するが、然し熱線は化學線とは差異のあるもので、皮膚に作用する熱はあまり激しくはない。熱線が皮膚に當るや否や忽ちにして發赤し忽ちにして消滅する。然るに化學線によつて生じた所の發赤は潜伏期を経て漸く現れ、其症狀が續き、且つ如何なる場合にも之に犯された皮膚は鱗片狀に剝離して、後には色素沈着を來すもので

ある。即ち光に當つた皮膚は赤色になり、次で褐色になるのである。化學線の作用は直接光に當る部分丈けに局限されて居るが、熱線は被はれた部分にまでも一樣に作用する。たとひ皮膚が密に蔽れて居ても強く犯されることがある。ただ被覆物が餘り厚い物であるか或は其色の鮮かである時には起らない。

ハンメル、ウイドマルクの兩氏の觀察に基いて、フイゼンも亦有名なる實驗をした。其の實驗は自分の腕に石炭板や種々の色硝子片を載せ、其傍らに墨を以て二三の文字或は線を描いた。そして他の部分の皮膚には幾許かの空間を隔つて軟膏を貼り、所々に皮膚を露し、光源としては八十アンペリア約四萬燭光の弧燈を用ひ、腕と弧燈との距離を初めの十分間は五十糎、次の十分間は七十五糎とした。かくて氏は光線を受けるに最も適當な位置、即ち炭素棒の軸に對し四十五度乃至五十度の角度に腕を保つて二十分間光に曝した後、硝子片を取り除いて墨を洗ひ落したところ皮膚は一樣に發赤し、覆はれない

人體皮膚に及ぼす光の作用

部分までも同様に發光した。二時間後には此發赤は幾分か減じたが、尙一樣に赤味を帯びて居た、更に時を経ると發赤は却て少しく増加した、然しながらそれは覆はれない所と墨を塗らない場所とに限られて居た。翌朝即ち十二時間後には皮膚の露出した部分は赤黒くなつて、反應は益々明瞭となつた。そして火照ホテリの觸覺は頗る過敏になつて來た、實驗中墨を塗つた部分は白くして異なる所がなく、又前に描いた文字は周圍の赤い部分から白く鮮かに浮き出した。之れに反して石炭を載せた部分は露出した部分の如く赤味を帯び、そして日照り且つ感覺は鋭敏となつた。要するに皮膚の露出部或は石炭板を通じて化學線の當りし部分は、到る處に炎衝を起したのである。而して發赤は二三日後より漸次消失し同時に皮膚は小鱗片となつて剝離し、それが二三日間續いた。次に早く發赤した皮膚の部分は甚だしく色素を沈著し、最早元の白色には還らずして褐色となつた。此色素沈著は一ヶ月も繼續し、半年後に於ても明かに見る事が出來た。

此實驗も亦熱線が化學線と同様に、皮膚に作用を及ぼし發赤を起すものであると云ふことを示したものである。然るに熱線は働く瞬間に其の作用が現はれ働きが終れば其の作用の現象も消失するのに反して、化學線は初めは少しも發赤を起さないが、時間を経るに従つて次第に其の作用を現じ、漸次昂進して極度に達するものである。此實驗に由つても光の化學的作用は元來紫外線に存するものであると云ふことを知ることが出来る。

フインゼンは更に實驗を行ひ、スペクトルムの色の或る部分と皮膚との關係に就き一層詳細に研究した。其實験には太陽光線を光源とし、石炭、レンズ、集合装置に由つて光線を集合して用ゐた。即ち腕に載す可き硝子は豫め分光器で試験してある一定の波長の光線のみを透過せしむるものを選び置き、集光装置に於ては石炭、レンズ間に熱線を吸収する様、水層を挿置し、又一方には腕に冷水を灌ぎ、斯くして石炭、無色硝子、青硝子、紫硝子を通過せしめた集合光線を皮膚に當てたところ、何れも炎症を起した、又赤色、黄色及び綠色の光線

人體皮膚に及ぼす光の作用

は、集合されしに拘らず皮膚には發生を生ぜず、青色及び紫色の光線に由つて生じた炎衝は石炭或は無色硝子を通つた光線に由つて起りし炎衝程強くはなかつた。一般に無色硝子を用ひた場合に生ずる炎衝の理由は、硝子は唯外部紫外線のみを吸収して青色及び紫色の光線を通過せしむるが爲めに軽度ながらも炎衝を起すのである。

フインゼンは又太陽スペクトルムの化學的成分ある認識線も、亦人體の皮膚に化學的作用を及ぼし得るが、其作用は紫外線の作用に比較して遙かに劣つて居るといふことを報告した。吾人が硝子室に於て光線療法を試みるに際し、内外紫外線の光線化學的効果が日焦となつて皮膚に現れる迄には、此の潜伏期が如何に長いかを驚かすには居られない。のみならず例令幾日も日に曝され、且つ温熱が烈しき時ですら、尙日焦を生ずる迄には多くの時間を要するものであることを實驗するであらう。然しながら硝子室の窓を開き直接射入し來る太陽の光に皮膚を曝せば、光線の化學作用に由る凡ての現象は

即座に現れるのである。

皮膚の生理作用 吾人は既に日焦及び雪焦が光線に由つて生ずるものであることを學んだ。而して又化學線によりては皮膚に病的變化を起すことをも實驗上に於て知ることが出來た。此等の經驗に由つて吾人は光に發病的作用あることを知り、又更に其病理的範圍にまで立ち入つたのであるけれども、未だ光の皮膚に及ぼす生理的關係に就ては述べなかつた。然しながら光の病現的作用の研究は決して等閑に附することを許されぬ。想ふに病理的作用を研究するには第一にその有害なる作用を知つて光の生態學的性質を詳細に研究し、第二にはその影響の病的に昂進する反應現象を知るならば、之に由つて從來屢々看過せられ又は理解し難かつた生理的作用を十分に理解することが出来る。

皮膚の發赤 病的状態と認む可き皮膚の炎症、即ち發赤は光線に由つて生ずるものである。皮膚の色に影響するものは他に有りや否やは兎も角と

人體皮膚に及ぼす光的作用

して、炎衝の強弱は光線の性質に大關係のあることは明かな事實である。白哲人種の皮膚の色は淡紅色より帶黃色或は褐色を帯びて居る。前者は血液により、後者は色素の爲めに生ずるものであつて、此二者が相合して皮膚の色を組成して居る。實際此二者は光線作用を受け易きものであつて、日常吾人が見る如く多くの人の顔面、頸部及び手の甲は身體の他の部分よりも色が遙かに黒く、衣服に覆はれた部分と覆はれない部分との境界は頗る明瞭である。農夫、船頭、兵士等はよく日に焦けた模範者である。彼等は日に照され風に吹かれて種々の氣象の影響を受けながら長時間野外に在つた爲めに皮膚の色合は黒く輝いて居るのである。

寒暖も亦疑もなく皮膚の外観を左右する要素であつて、血管を擴張し又は收縮して皮膚に血量の増減を促がすものである。其寒暖の作用は僅か一度の差でも既に起るものであるが、或は數回又は數十回反復して作用すれば、皮膚の外観及び性質上に永久的の影響を及ぼすものであるか否やに就ては、今

日に至るまで猶疑問となつて居る。先づ熱に由つて生じたる皮膚の發育の狀態を検するに、二種類に區別するところが出る。其の中の第一種の發赤は直接の熱紅斑であつて、光紅斑の場合とは反對に、既にハンメル、フインゼン兩氏の實驗に於て見るが如く、熱を受けし際直接に生じ又其の消失することも頗る迅速なものである。然しながら斯の如き紅斑を生じ得る強烈な熱は少くとも吾人の棲息する地球上には存在しないから、自然的皮膚發赤に就て論ずる時に當つて直接この熱紅斑に就ては多く譚ふを要しない。

第二種の發赤は間接熱紅斑であつて、周圍の空氣の溫度が高くなりし爲か、或は體溫が上昇して血液が皮膚を充填する場合に現れるものである。此現象が屢繰り返さるときは、皮膚の赤味が永續するであらうとは誰しも考へる所であるが事實は却つて之に反して居る。高度の熱に長時間且つ幾度も反復して曝さるゝもの例へば、パン焼人、火夫或は鑛金家等の顔色は蒼白して一見職業を判じ得る程である。白哲人種は熱帯に永く滞在して居るも一向

に顔色が赤くならず、反對に蒼白く又灰黄色となるものであるが、之は皮膚に色素が増加しても血液が豊富でないからである。斯くの如く色素に富みても血液の少ない人の顔色は蒼白くて、色素と共に著しく血液の多い人とは全く異なる容貌をして居る。之に由つて見れば、熱は皮膚に永續的の發赤及び赤色の外觀を與へるものではない。

寒冷に對しては聊か之と趣を異にするものがある。皮膚が寒冷に遇へば其表面に分布せる毛細血管は收縮し、皮膚の血量が減じ蒼白くなり、別して烈しい寒冷に長く曝されし場合には激しい充血を起す事は、一度耳或は手に凍傷を悩んだ者のよく知つて居る所である。一過性の寒性發赤は二三時間繼續しても、光紅斑の如く二三日に亘る事はないが、鬱血に由つて生ずる寒冷斑が反復して起る時は、其の結果皮膚に持續的血液過剰を來し所謂凍傷を起すものである。恙う云へば諸君は小僧、下女等の赤褐色に凍えた手を想ひ出すであらう。彼等は實に寒冷の爲のみならず、多少は光に永く曝された爲めに

起つたものである。其何れが主なる原因であるかは多く謂ふを要しないが、寒冷に遭はなくとも強い集合光線に照されたばかりで持續的の發赤を生ずるものであるから、之に關する日常の經驗及び實驗を下に掲げて見よう。

光のない寒冷は此の意味に於て何等の働きも及ぼさない。例へば冷水浴、冷灌水等は皮膚に一時的の赤色を呈せしむるも永續しない。フィンゼンは冬期數ヶ月間、強烈な寒冷と極地の暗闇に曝された北極探検家の經驗談を引證して左の如く謂つて居る。斯かる冬期生活は必ず皮膚の色の變化を來すものである。即ち顔色は淡黄色又は綠黄色となるものであるが、それは暗黒の爲であると。ギルレンクロイツは一八八二年から同八三年にかけて瑞典遠征隊のスピツベルゲンに向つた時、此問題に關して詳細な研究をした。

其の後或る學者と極地探検者の皮膚の色の變化に就て討論があつた時、氏は意見を述べて曰く、此ことは觀察者の主觀的印象に基くものであつて、即ち觀察者の異常なる色感に由るのである。極地探検者の眼が久しく日光を見な