

摘 要

1. ミヤマニガウリは、一定の気温降下によって葉柄・葉脈・果梗にいちぢるしい生長抑制現象が起る。この現象は、植物体全部に一樣に起るのではなく、器官や環境条件によって異り、その結果として囊状体の形成がみられ防寒の役割を果す。また、正常形にはない花穂現象が起る。
2. 囊状体は外形によって1葉体・標準体・複合体に分けることができる。複合体では種子の生産が極めて合理的となり最も多くの種子をつける。標準体は温度降下防止に最も理想的な形であり、また、複合体では外気温との差7℃を記録した。

参 考 文 献

- 郡 場 寛(1935) 植物気候の主要因子としての葉体、植物及動物 3: 39~44
- 大 後 美 保(1944) 植物の寒害機構と耐寒性 農業及園芸 19: 247
- 中 閑 久・近 藤 芳 寛(1946) 高冷地傾斜畑における冬期気温の分布について
農業及園芸 21: 145
- 堀 米 和 雄(1969) ミヤマニガウリでみられた花器保護の現象について、第34回日本
植物学会大会
- 吉 井 義 次(1936) 植物の凍死と耐寒性の問題

長野県における着色雪について(2)

小 野 貞 雄

S. Ono: On the coloured snow in Nagano Prefecture (2)

Ⅶ. 着色雪の生態的観察

着色雪を構成する氷雪植物の種類については、発生する地域や地形の相違や森林の有無による光の強さに影響される。また、いりどる着色雪の種類すなわち、着色雪の発色原因については、雪中に繁殖する氷雪植物の種類のほかに、有機物・鉱物質・花粉・毛茸等による場合もあって、その含有量によっても異なる。

1. 光の強さと着色雪および氷雪植物との関係

1933年にKol氏は赤雪は強い太陽光線の当る雪原に見られ、緑雪は光の弱い場所に見られるといわれているが、小林氏、福島氏および著者もこれらの事実を観察しているので、この原因を究明してみた。

(1) ピンク色—鮮紅色系の赤雪

この赤雪が発生する雪原は、雪原の附近に森林等の太陽光線の遮るものがなく、直射日光が3時間以上の長時間にわたりよく当る、高原や尾根筋の雪田や雪溪によく発生する。そして、このような場所の雪原は、雪解けも早く雪中の水分も多いので、他の着色雪よりも時期的に早く発生するので(表2参照)、汚れの少ない綺麗な雪原で、粉雪に近いザラメ雪にも発生するが、多くは比較的水分を含むザラメ雪に見られる。

この赤雪の発色原因である氷雪植物は、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* の1種類のみからなるもの(八方尾根、唐松岳、白馬大雪溪、鍵ヶ岳)と、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* を主要構成種に *Scotiella nivalis* または、*Oocystis lacustris* f. *nivalis* の一方か両者を含んでいるもの(雨飾山、小谷温泉、天狗原山、桐池、猿倉、槍沢、濁沢、烏帽子岳、三俣蓮華岳)とがある。

(2) 赤紫色—赤褐色系の赤雪

前記の赤雪の発生している雪原も、6月下旬から7月頃になれば、土砂が舞い込み雪原が汚れるにしたがい赤紫色となり、更に土砂や有機物・花粉・毛茸等が入り汚れるにつれて赤色から赤褐色となり、褐色になる。また、多量の土砂や有機物が入り込めば暗褐色(黒褐色)、黒色の汚れ雪となる。

この着色雪の構成種は、前記のものと同じであるが、汚れるにしたがい土砂と共に混入する微生物の種類も多くなり、*Selenotila nivalis* の菌類(桐池、白馬岳、烏帽子岳)をはじめとし、量的には極く僅かではあるが表3のような *Hantzschia amphioxys* 等の珪藻類や藍藻類も生息するようになる。(本誌第4号・36—37頁)

(3) 赤褐色、褐色、黄褐色系の褐色雪

褐色雪の中、比較的直射日光の強く当る雪原に見られる。その発生原因の氷雪植物としては、*Scotiella nivalis* を主要構成種に *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* および *Chlamydomonas boryaiana* からなるもの、または、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* を主要構成種に *Scotiella nivalis* と *Chlamydomonas boryaiana* からなるもの、および *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* と *Scotiella nivalis* を主要構成種とした赤褐色雪がある。褐色雪になると以上の構成種に *Oocystis lacustris* f. *nivalis* が加わり、黄褐色雪になれば黄色の油脂を含んだ赤褐色の *Scotiella nivalis* および多量の油脂を含むため黄緑色をした *Oocystis lacustris* f. *nivalis* (図版Ⅳ、D) を主体とした着色雪もみられる。

(4) 赤褐色—緑褐色系の褐色雪

この系統の褐色雪は、前記の褐色雪とは異なり狭い谷間や、オオシラビソ・コメツガあるいはブナ等の樹林内で、直射日光の照射時間が3時間位の当る雪原か、直射日光の弱い雪原に発生している(図版Ⅳ、A)。雪質はベタ雪やザラメ雪にみられる。

この着色雪の発色原因としての氷雪植物としては、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobaya-*

sii と *Scotiella nivalis* が主要構成種で、これに *Oocystis lacustris* f. *nivalis* か *Chlamydomonas boryaiana* を構成種とした場合と、*Scotiella nivalis* を主要構成種に *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* を多く含み、これに *Oocystis lacustris* f. *nivalis* を僅かに含む場合とがある。これらに鉱物質や有機物もかなり混入している。緑褐色雪は、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* と *lacustris* f. *nivalis* が主要構成種で、これに次いで *Scotiella nivalis* も多数含まれており、ヘマトクロームの色素を欠き葉緑体の現われた *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (緑色) も僅かではあるが含まれているものと、この三者が主要構成種となっているもの、および *Scotiella nivalis* を主要構成種とし、これに次いで *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* と *Oocystis lacustris* f. *nivalis* を含み、更に *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (緑色) と *Chlamydomonas boryaiana* を僅かに含んでいる場合とがある。この着色雪には、以上の構成種以外に極く僅かではあるが、*Chionaster nivalis* var. *bicornis* と *Ochromonas smithii* (志賀高原、中房温泉、木曾駒ヶ岳) や *Selenotila nivalis* および珪藻も見出されている。

(5) 緑色—暗緑色系の緑雪

この緑雪は、暗い針葉樹林や闊葉樹林内の雪原や、狭い谷間で霧がよく立ちこむ雪渓で、直射光線のほとんど当たらない雪原か、雪の表面が土砂や有機物によりおおわれ、光線を遮断された雪面に発生する(図版Ⅳ、A)。発生時期も気温の上った暖かい時期に発生するので、雪原も汚れており有機物も多く含まれている。雪質も水分を多く含んだザラメ雪か、ベタ雪にみられる。

緑雪の発色原因である氷雪植物は、*Oocystis lacustris* f. *nivalis* が主要構成種を成している。これに *Scotiella nivalis* と *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (赤色) を僅かに含むもの、および *Oocystis lacustris* f. *nivalis* と *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (緑色) が主要構成種となり、これに次いで *Scotiella nivalis* を多量に含み、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (赤色) や *Chlamydomonas boryaiana* を少量含んだものがある。また、樫池高原、志賀高原、中房温泉、燕岳、八ヶ岳、本沢温泉の地域から産する緑雪の中には、僅かではあるが *Chodatella brevispina* を主体とする緑雪も見られている。以上の構成種以外で、極く僅かではあるが *Chionaster nivalis* var. *bicornis* や *Selenotila nivalis* の菌類や多数の珪藻類が検出された。また、原生動物、輪虫類の動物や(小谷温泉)、カプトゴケ・テハリヨロイゴケ・モチゴケ等の胞子(小谷温泉、雨飾山、猿倉、岩小屋沢、扇沢)も含まれていた。

この結果から本県に発生する緑雪は、*Oocystis lacustris* f. *nivalis* を中心とした緑雪を多く産しており、尾瀬地方をはじめとし関東・東北地方や北海道に多く産する *Chodatella brevispina* を主体とする緑雪とは異なった分布特徴を持っている。

いづれにしても、この系統の緑雪は、*Oocystis lacustris* f. *nivalis* か、または、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (緑色) の両者が主要構成種の場合は、誰でも一見して判定できるほど葉緑素が何かの緑色色素で雪を染めたかのように、美しい鮮緑色を呈している。これに有機物が混入すると、暗緑色を帯び更には黒色を呈するようになる。

(6) 黄緑色、黄褐色、黄色系の黄雪

この黄色系の着色雪は、林地以外の尾根や谷間の雪溪にみられ、赤雪の消失した後に多くみられる。したがって、他の着色雪に比べて発生時期が遅く、よく霧におおわれ且、長石、石英のごとき花崗岩類の鉱物質を多く含んだ雪溪にみられる(白馬大雪溪、針ノ木雪溪、槍沢雪溪)。

この着色雪の構成種は、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (緑色) と *Scotiella nivalis* が主要構成種で、これに次いで *Oocystis lacustris* f. *nivalis* を多く含み、*Chionaster nivalis* も僅かではあるが含まれている。この着色雪はヘマトクロームを欠いた *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* と多量の鉱物質を含んだ黄緑雪や、ヘマトクロームを欠き油脂と葉緑体のために黄褐色を帯びた *Scotiella nivalis* を主体とした黄雪や黄褐雪が多くみられた。

この外に唐松岳の黄雪のように、*Alnus*, *Betula* 等の花粉からなるものを発見されている。また、毛茸や僅少ではあるが *Selenotila nivalis* や *Chionaster nivalis* var. *bicornis* の菌類や黄色鞭毛藻類の *Ochromonas smithii* や珪藻の死殻も見出されている。黄雪や黄緑雪は、雪上に現われているものもあるが、多くは土砂雪の下に発達しており、そのうえ色が薄いので注意深く観察しないと発見しがたい着色雪である。

2. 着色雪の形態について

形態については、発生場所の地形により異なるが、帯状、円形状、斑点等色々な形態を示している。大きさについては、発生場所の雪質、発生時期、発生期間により異なるが、大形のものとしてはピンク色系赤雪—赤紫色系赤雪に見られる。しかも、八方尾根、鏈ヶ岳、唐松岳のように積雪量が多く、早期より発生する地域にみられる。帯状のものでは長さ10~15m、巾30~60cm・円形状のものでは1m四方の広さに発達するものもあって、表面の色は一様ではなく濃淡のある幾つかの小さな斑点状の縞模様に染っている。その他の場所に発生する多くの着色雪は、地形や雪原の状態により異なるが、20~30cm四方の大きさで、小さなものは4~5cm平方のものなど色々な形をしている。そして、その中心部ほど濃く周囲になるほど薄くなっている。また、深さは雪質や雪中の含水量および積雪量にも影響されているが、5cmから深いものは30cm余りに達するものもみられた。そして、表面の1~2cmの所が最も濃く、それより深まるにつれて薄くなっている。

Ⅷ. 考 察

1. 光との関係について

以上の観察結果から着色雪の構成種である氷雪植物は、光の強さが重要な要因となって作用している。氷雪植物と光線との関係について、さらにその原因を究明してみた。

強い太陽光線の下に発生するピンク色、鮮紅系赤雪～赤褐色系赤雪を構成している *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* と *Chlamydomonas boryaiana* および *Scotiella nivalis* は、有害な紫外線から細胞の生理機能を守るために、細胞内に紫外線吸収色素であるヘマトクロームを蓄積して赤褐色を呈している。そして過度の日射量を調和して、紫外線の影響を受け易い葉緑体や酵素を保護して生理作用を促進させるものと思われる。そのために細胞内には、ヘマトクロームの赤褐色の濃い色素で満たされており、強い直射光線の当る雪溪に好んで生育する。それ故に、ヘマトクロームを含む氷雪植物は、強い光線（直射光線）に対しては正の走光性を示し、明るい雪原や雪の表面に繁殖する。しかし、霧の立ちこめる雪溪や土砂で覆われた雪溪および、樹林内の日陰の雪原では、弱い光線のため *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*（緑）（図版Ⅳ、B）や *Scotiella nivalis*（図版Ⅳ、C）にみられるように、細胞内のヘマトクロームは褪色して薄いか、あるいは全く欠いている。この場合霧や土砂、森林、有機物は、ヘマトクロームに代る紫外線防止コートといえるわけである。したがってヘマトクロームを欠いた氷雪植物は、強い光に対し負の走光性を示し、弱い光線に対しては正の走光性を示す。このように、この種の氷雪植物の生息範囲は広く、すべての着色雪に見られるのもこのためである。

これに対して *Oocystis lacustris* f. *nivalis* や *Chodatella brevispina* および *Chionaster nivalis* var. *bicornis* 等の氷雪植物は、紫外線を防ぐ色素がないため、直射光線の当る雪原には発生ができず、森林内の日陰や、暗い谷間の雪溪に繁殖している。したがって、これらの氷雪植物は、前述の *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*（緑色）と同様に直射光線のような強い光に対しては負の走光性を示し、弱い光に対しては正の走光性を示している。このために、この種の氷雪植物は、弱い光線のための狭い範囲に限定されて生息している。このように着色雪の色は、光線の強さにより氷雪植物細胞内の色素の消長と深い関係がある。以上の結果を証明するものとして著者は次のようないくつかの事実を観察し得た。

小谷温泉、雨飾山、天狗原山、猿倉のブナ林内で、直射日光が数時間当り、表面がやや汚れている雪原には、赤雪と緑雪の二層からなる珍しい着色雪をしばしば発見している。直射日光の当る強い光線の上層部2～3cmの所にはヘマトクロームの赤褐色の色素を含有する *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*（赤色）と *Scotiella nivalis* からなる赤雪があり、光の弱い下層部には赤褐色の色素を欠き、葉緑体が現われて緑色を呈した *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*（緑色）と *Scotiella nivalis*（緑色）および *Oocystis lacustris* f. *nivalis* から構成された緑雪が発生している。また、赤雪の代りに有機物や土砂に汚れた雪の下にも同じ構成種からなる緑雪が発生しているのが観察している。

次に白馬大雪溪、針ノ木雪溪、槍沢雪溪において、6月頃までは*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*と*Scotiella nivalis*および*Oocystis lacustris* f. *nivalis* (図版Ⅳ、D)を構成種とした赤雪が発生しているが、7月に入ると急に赤雪は姿を消し、同じ構成種からなる黄雪、黄褐雪、黄緑雪に置き変わり、9月上旬頃までみられる。この原因も光の強さが大きな要因となっているためである。6月中旬頃より雪溪周囲の雪が解け、山肌が現われ風雨により雪溪は、土砂が流れ込み極度に汚れてくる。一方周囲の山肌にて温められた気流が雪溪を通る際に冷されて霧が立ちこめるようになる。この土砂と霧による太陽光線の遮断で、ヘマトクロームの形成は不必要となり、ヘマトクロームは褪色し、あるいは炭水化物が変化して黄色の油脂を形成される。また第11図の*Oocystis lacustris* f. *nivalis*や*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*にみられるように光線不足による葉緑体の形成がおとろえキサントフィルが現われて細胞は黄緑色や黄色を呈し、このため雪溪は黄緑雪や黄褐雪、黄雪が発生するのである。

また、著者は雨飾山、猿倉の鮮紅色系の赤雪を用いて、*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*について光と色素の消長に関する実験を試みた。実験方法としては、採集した試料を冷蔵庫へ入れて保管し、採集日、5日後、10日後、20日後、1ヶ月後と検鏡し細胞内のヘマトクロームの消長を観察した。その結果は採集当日検鏡したものは、どの細胞にもヘマトクロームで充満して赤褐色を呈していたが、5日、10日と光を遮断しておくと、ヘマトクロームの量が減少し、細胞の真中あるいは周辺に葉緑体が現われたものなど、黄赤色の油脂をもった細胞が観察した。これは光線の遮断で紫外線防止用のヘマトクロームが不必要となり消失、あるいは一部油脂に変わりこのために潜んでいた葉緑体が現われたものと思われる。しかし、2ヶ月、3ヶ月以上冷蔵庫へ保存し検鏡しても、ヘマトクロームを全く失なって緑色を呈した*Chlamydomonas nivalis* (緑色)は見出せなかった。これは、0°以下の凍結状態に保存したため、酵素の作用が低温のために抑制され、ヘマトクロームの変化を減少したためかとも考えられるが、この点今後究明をしてみたい。

2. PHとの関係について

外国の文献によると酸性岩上の残雪には赤雪が、塩基性岩上の残雪には緑雪がみられるといわれている。著者が雨飾国有林地内の着色雪についてPHの測定を行ない、その結果をみると、赤雪はPH 6.0～6.4、緑雪PH 5.8～6.2、黒雪PH 6.2であった。なおこの着色雪の発生附近の白雪および鉄池の水、川河についてのPHは共に6.2である。この結果から着色雪のPHは、その地域の流水や有機物のPHに影響され、氷雪植物の種類とは関係ないものと思われる。着色雪は弱酸性を好み、有機質に富んだ雪原に発生する。

3. 温度との関係について

次に温度の測定結果をみると、気温15～20℃、着色雪内の温度は雪質により異なるがいずれの着色雪についても0.1～0.5℃であり、零度より幾分高い温度を好むようである。福島氏によれば、

Chromulina smithii の調査では、生活可能な温度は 15°C 以下で、最適温度は $0.5\sim 4.0^{\circ}\text{C}$ とされており、他の氷雪植物も似たような値を示すものと考えたと報告している。

着色雪内の温度が 0°C より幾分高目であることは、氷雪植物が氷雪中の結晶の表面に溶けている水に遊泳しているためである。

福島氏は南極の東オングル島の淡水域で、氷雪植物の 1 種である *Raphidonema tatrae* がおびただしく生活しているのが見出されており、本来の生育場所である雪中には見られなかったという。その理由としては、東オングル島の夏の気温は、日中はプラスになっても夜はマイナスになっており、雪中は夜結氷するため雪中では生活できないために、淡水域で生活していたと考えられると報告している。

この事実からしても着色雪が見出される時期としては、最低気温が 0°C 以上となり、結晶表面に水膜でおおわれるようになった時期に、飛来してきた厚膜胞子が繁殖しはじめる。そして着色雪が出現する。この時期は第 2 表に示したように本県では、早い所で 4 月頃より見られるが、一般的には 5 月以後である。

4. 生活史について

雪中に繁殖した氷雪植物の生活史については、*Chionaster nivalis* と *Selenotila nivalis* の菌類を除いた氷雪植物のほとんどが、明らかにされている。わが国においては福島、小林両氏により研究されている。日本の赤雪の主要構成種であるコバヤシアカユキモ (*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayashii*) については、両氏が寒天培養と採集試料よりその生活史の全貌が明らかにされている。著者が観察したものについてみると、雪中にて普通にみられる胞子は厚膜胞子である。材料を $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ の融水状態にしておくと 2 本の鞭毛をもった遊走子となり、盛んに遊泳しているものが観察された。また、この融水を凍結させてしばらくしてから検鏡すると径 $5\sim 6\mu$ の小さなものから、 10μ 以上 25μ 位の大きな厚膜胞子になっている。これは凍結による不利な環境に耐える厚膜胞子になったものと思われる。自然状態の中で、残雪が溶けてベタ雪状態の赤雪や緑雪には、沢山の遊走子やバルメラ状態になっているものも観察できた。残雪の消失により遊走子は、融水と共に流れて土壌中に入り厚膜胞子となって越冬し、再び翌春の残雪へ風や流水により運ばれるか、あるいは土壌からの浸透により雪中に入り生活をはじめるとおもわれる。著者は雪中における接合子、遊走子、配偶子についての観察は不十分であり、また、融雪後の生活史については全く不明であって疑問点も多くあるので、今後は氷雪植物の自然界における生活史の全貌を明らかにしたい。

Ⅸ. 摘 要

本邦における着色雪の研究は、欧米や極地に比べて立ち遅れていたが、近年の研究により北海道の知床半島から、四国の石鎚山に至る広範に分布している。特に東北・関東・中部地方の山岳地帯に多く産している。これらの産地からみられる着色雪は、赤雪・緑雪が普通にみられ、世界的に珍種とさ

れている黄雪も各地にしばしば発見されている。

長野県においては、南アルプス、秩父山系、御岳を除いた山岳地帯より発見されている。中でも白馬連峰を中心とした上信越高原国立公園の多雪地帯に多く発生している。長野県は着色雪の種類も多く、また、検出された氷雪植物も12科19属25種に及んでいる。

着色雪を構成する氷雪植物は、緑藻類が種・量とも圧倒的に多く、次に菌類で、黄色鞭毛藻類の順で珪藻類・藍藻類は極く僅か含まれている。

長野県の着色雪を構成する氷雪植物は次の6種である。*Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*, *Chlamydomonas boryaiana*, *Oocystis lacustris* f. *nivalis*, *Chodatella brevispina*, *Scotiella nivalis*, *Chionaster nivalis* var. *bicornis*

着色雪の発色原因は、氷雪植物の種類以外にも、鉱物質・有機物・花粉・毛茸等による場合もある。着色雪を構成する氷雪植物は、太陽光線の強さに影響され走性を示す。紫外線吸収色素であるヘマトクロームを有する氷雪植物 *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii*, *Chlamydomonas boryaiana*, *Scotiella nivalis* は、直射光線の当る雪原から、日陰のような弱い光線の当る雪原まで、広範囲にわたり生息できる。弱い光線のもとではヘマトクロームは褪色し葉緑体が現われて緑色を呈し、あるいは葉緑体も減じてキサントフィルや油脂を含んでいる。紫外線吸収色素のない氷雪植物 *Oocystis lacustris* f. *nivalis*, *Chodatella brevispina*, *Chionaster nivalis* などは、強い光線には負の走光性を示し、樹林内のような光線の弱い雪原にしか生息しない。

着色雪の種類は、太陽光線の強さが重要な要因となって作用している。赤雪は太陽の直射光線の光の強く当る雪原に見られ、狭い谷間や樹林地のような直射光線の弱い所には、褐色雪、黄雪、黄緑雪が、直射光線のほとんど当たらない樹林帯の雪原には緑雪が発生する。

各着色雪の発色原因である氷雪植物は次の通りである。

- 1) ピンク色・鮮紅色系赤雪—赤紫色・赤褐色系赤雪…… *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (赤色)
- 2) 赤褐色・褐色・黄褐色系赤雪(雪溪)…… *Scotiella nivalis*, *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (赤色)
- 3) 赤褐色—緑褐色系赤雪(樹林地)…… *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (赤色) *Scotiella nivalis*, *Oocystis lacustris* f. *nivalis*, *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (緑色)、*Chlamydomonas boryaiana*
- 4) 緑色—暗緑色系緑雪(樹林地)…… *Oocystis lacustris* f. *nivalis*, *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (赤色)、*Chlamydomonas boryaiana*, *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayasii* (緑色)

5) 黄色・黄褐色・黄緑色系黄雪…… *Chlamydomonas nivalis* var. *kobayashii* (緑色)、
Scotiella nivalis, *Oocystis lacustris* f. *nivalis*

PHについては、雨飾山国有林地で測定した結果によると、赤雪PH 6.0～6.4、緑雪PH 5.8～6.2、黒雪(緑雪系)PH 6.2である。この結果からどの着色雪も弱酸性を好み有機物の含まれた雪原に発生し、雪質の酸性・塩基性による影響はみられない。

温度については、雪中温度は0℃より幾分高め0.1～4℃のところを好み、3～4℃近くの融水状態では、厚膜胞子は遊走子となり、これより温度が下った0.1～0.5℃においては結晶表面の水が少なくなると厚膜胞子となる。着色雪が発生する気温は0℃以上となった5月以後の季節である。結晶表面に水膜ができる時期に風や流水により運ばれてきた厚膜胞子が、雪中の水の中で発芽し分裂して繁殖すると着色雪を生ずる。

参 考 文 献

福 島 博(1953) 日本産氷雪藻類の研究1 *Oocystis lacustris* forma *nivalis* に就いて Nagao 3: 36～40

H. Fukushima (1963) Studies on Cryophytes in Japan, Yokohama Mun. Univ. 144: 1～137

堀 川 芳 雄 監修(1966) 下等植物A 現代生物学大系第5巻 中山書店 274

小 林 義 雄・福 島 博(1952) 日本における赤雪と緑雪に就いて I
植物学雑誌 65: 77～85

————— (1952) 日本における赤雪と緑雪に就いて II
植物学雑誌 65: 128～136

————— (1952) 日本における赤雪と緑雪に就いて III
Nagao 2: 67～75

小 林 義 雄(1969) 極地 その自然と植物 誠文堂新光社 205

水 野 寿 彦(1964) 日本淡水プランクトン図鑑 保育社 351

中 村 浩(1951) 植物物語 世界社 127

小 野 貞 雄(1958) 着色雪について 山と博物館 3巻10号

————— (1959) 氷雪植物について 山と博物館 4巻3号～7号

————— (1969) 北アに彩る着色雪 季刊 らいちょう 63 36

信濃毎日新聞社編(1969) しなの動植物記 信濃毎日新聞社 383