琵琶湖における花粉による水のはな¹⁾

(挿図1~3)

山 口 久 直

Non-planktic Water-bloom occurring in Lake Biwa

By Hisanao YAMAGUTI

1 は し が き

この小文は琵琶湖で観察せられたマツの花粉とネジレモの雄花とによる“水のはな”についてである。筆者は1935年来プランクトンの定時採集の際しばしばこの現象を観察し野帖に記録しておいた。今その記録中より若干の事実を報告する次第である。

抑も“水のはな”とは、湖中に発生した生物特に単細胞藻類が大量に増殖して水面を被う現象であつて、富栄養湖沼に普通に見られるものである。しかし、琵琶湖のような深い貧栄養湖には絶えて出現しないのを常とする。従つて琵琶湖において水色を変ずるほど、有機物性の物質で水面が被われる場合は、本文に報ずる花粉によるものに他ならない。琵琶湖では *Volvox* による水色異変が知られ、又1915年及び1918年には *Ceratium* の異常発生による水色変化が記録されている。前者は6月または9月に豪雨があつた年に、その雨後に異常発生し、約1週間にわたつて水色を変化させる。これらは、湖成の生物によるものではあるが、真の“水のはな”とはいひ難く、いわゆる植物色の程度である。琵琶湖で毎年定期的に現れる“水のはな”現象は本文に述べるような、花粉によるものである。

NAUMANN (1922) は水面に浮漂する生物を生態学的に *Pleuston* 及び *Neuston* にわけた。ウキクサ、アカウキクサなどは前者に属し、下等の動植物特に微小藻類によつて形成される水面膜が後者である。THIENEMANN (1926) はマツの花粉のような外来生の材料による場合を、“allochthone Anemopleuston”と名づけたが、琵琶湖の場合はネジレモの花粉のような湖内生のものがある。すなわち

マツ花粉……………allochthone *Pleuston* (“Anemopleuston”)ネジレモ花粉……………autochthone *Pleuston*

これらは一括していわゆる生セストン色現象といえよう。

ここにこの小文の発表をすめられ、且種々助言をいただいた京都大学教授上野益三博士に厚く感謝の意を表する。

1) 京都大学理学部附属大津臨湖実験所邦文業績

2 マツの花粉による水のはな現象

琵琶湖におけるマツの花粉による“水のはな”は毎年5月上中旬に見られる。これらの花粉は湖の周辺部のマツ林より飛来したものなることはまちがいない。今、湖辺部におけるマツ林の分布を見るに、湖西部では真野附近より北部に向い近江舞子を径て北小松に至る間は、湖岸に沿うて存在し、また東岸では沖の島、その対岸奥島の西斜面にもマツ林が多い。堅田以南では湖岸と直角の方向に数条のマツ並木が走っている。

これらのマツが開花期には一せいに多量の花粉を飛散させる。筆者は1935年5月から1941年まで毎週3回湖上観測に従事したが、いずれの年にも5月中下旬には、琵琶湖南部の湖上に一面にマツの花粉が浮漂し、湖面が黄色を呈しているのを観察した。このマツ花粉による“水のはな”現象は、マツの開花期が過ぎて後約1カ月にわたつて、湖上にその状態が続くのが見られた。1950年5月15日に、日本陸水学会の大会のエキスカッションに参加して更に広い区域にわたつて観察する機会を得た。このコースは浜大津を出帆して

奥島長命寺に至り、さらに湖を西に横断して近江舞子にわたり、再び南航して浜大津に帰着するものである。筆者は船上よりマツの花粉の浮漂状態を観察したが、その結果と、前記毎週観測時の結果とを総合して考えると次のようになる。

琵琶湖副湖盆、すなわち堅田以南の区域で見られるマツ花粉による水のはな現象は、近江舞子を中心としたマツ林、沖の島及び奥島附近のマツ林から飛来する花粉によるものと考えられる。1950年5月15日の船上からの観察では、東岸長命寺附近、沖の島北西約500m沖、沖の島と近江舞子との中間部及びその附近に、長径数100mの長楕円形又は長方形に、マツ花粉の密集した集団が見受けられた。堅田以南では堅田坂本間にも数個の集団が見られたが、前記の集団よりは濃密度も小さく、したがつて色もうすく感ぜられた。また、この集団では周辺部の境界は前者のように判然としていなかった。大津附近では以上のような集団は見られ

Fig. 1 琵琶湖におけるマツ花粉集団 (P) の浮漂状態 (1950年5月15日), 矢印は花粉飛来方向

ず、水面が一ようにうすい黄色を呈していた。

これらの結果から見ると、近江舞子及び沖の島等より飛来して湖面に落ちたマツ花粉は、相よつて集団をなし後次第に風波と湖流のため拡散を続けながら南方に向い大津方面に到るものと考えられる。大津附近に達した頃は集団は消えさり、湖上一面に花粉が浮遊している状態になつたものと考えられる。

マツ花粉が突風に乘ると、約 5 km 以上も集団をなして飛ぶらしいことは、湖上に集団をなして浮漂している花粉群と、その湖岸からの距離とより、以上のように推定できる。5月15日当日の気象状態の記録がないが、その前後の気象は次のようである（観測場所、京都大学理学部附属大津臨湖実験所、毎 10 時観測、風速はビラム風速計で 1 分間観測による秒速）。

Table 1. 1950 年 5 月上中旬の大津地方の気象 (Weather records in Otsu, May 1950)

月	日	風速 (m)	風 向	天 候	雲 量
5	1	4.3	N	C	9.0
	2	5.8	N	F	5.0
	4	3.9	NE	C	10.0
	6	1.3	NW	C	9.0
	8	1.1	N	F	2.0
	9	2.9	N	F	1.5
	10	1.2	NE	R	10.0
	11	2.8	N	C	9.0
	欠測				
	16	1.4	S	C	9.5
	17	0.9	NE	F	2.0
	18	1.9	NE	C	10.0
	19	2.8	N	F	6.0
	20	1.1	NE	C	10.0

この表の風向、風速からも、15日に船上より観察した花粉群の集団は、近江舞子を中心とするマツ林、あるいは沖の島のマツなどより飛来したものであることが推測される。

また 6 月上旬に至つてなお大津市沖合の水面には、色はうすれているが、マツ花粉の浮漂していたことは前記のようである。1944 年 5～6 月に他の目的で大津湖岸水深 1.5m の箇所、種々の深さにおける花粉粒の分布を調べた。その結果は表 2 の如く、マツ花粉はこの時期においてもなお表面に浮漂し、表面下 20 cm 以下には見出せなかつた。表面水 10 cc の採集品中には 100 個を算えた。

Table 2. 大津は湖岸における微生物の微成層 (Micro-stratification of bioseston in the littoral region of Lake Biwa in Otsu)

(大津臨湖実験所附近 水深 1.5 m, サイフオン採集, 試料 10 cc, 1944 年 6 月 1 日)

深度 (cm)	0	5	10	15	20
Pollen grain	100	54	25	5	0
<i>Eudorina</i>	284	374	388	312	300
<i>Scenedesmus</i>	20	30	48	30	25
<i>Sorastrum</i>	28	34	52	24	20
<i>Pediastrum</i>	8	8	5	8	8
<i>Chroococcum</i>	44	30	32	24	18
<i>Synedra</i>	10	12	12	8	8
<i>Diatoma</i>	26	28	28	24	28
<i>Cymbella</i>	4	4	4	4	2
<i>Euglypha</i>	14	20	20	48	56
<i>Arcella</i>	12	12	12	10	12
Other Infusoria	16	32	27	16	12
Rotatoria	6	8	8	10	12
Grob- a. fine detritus	ccc	cc	c	+	+

なお、マツ花粉はその後次第に排出河瀬田川の方角に流れ、残存するものは次第に沈下する。9月のプランクトン採集品中にもなお出現することがあるが、完全に褪色している。冬季副湖盆部では季節風のはげしい時に、底部に沈積したマツ花粉が浮上してプランクトン採集品中に混在することもある。

3 ネジレモの雄花による水のはな現象

琵琶湖ではマツ花粉によるほか、ネジレモ (*Vallisneria asiatica* MIKI var. *biwaensis* MIKI) の雄花による水のはな現象が9月の上旬を中心として見られる。この時期には大津附近沖合では、前記マツ花粉による時と同じように、水面に白い点が一面に浮漂しているのが観察される。

琵琶湖南部区域におけるネジレモの分布及

Fig. 2

ネジレモの雄花 (A male flower of *Vallisneria asiatica biwaensis*)

びその7～8月における現存量は次のようである。

Table 3. 琵琶湖南部のネジレモの現存量 (Standing crops of *Vallisneria asiatica biwaensis* in Lake Biwa in July～Aug., 1936 and 1937)
(各深度における g/m^2)

深 度 (m)	0～2	2～4	4～6
湿 潤 重 量	822.0	100.0	48.0
乾 燥 重 量	63.8	9.8	3.9

また、他の水草との個体数の比較を100分率で現わすと表4のようになる。

Table 4. 琵琶湖のネジレモと他の水草との比較 (Comparison of the percentage composition of densities between *Vallisneria* and the other aquatic plants in Lake Biwa) (1942, 6～7月 調査, 個体数の100分率, 深度 0～4m)

種 類 \ 地 点	近江八幡湖岸	堅 田 湖 岸	高 島 町 湖 岸
ネ ジ レ モ (%)	53.2	41.7	41.5
他 の 水 草 (%)	46.8	58.3	58.5

Fig. 3 琵琶湖最南部におけるネジレモ雄花の浮漂状態 (1936年9月1日, 9～12時), A最密集区域 Bやや密集区域, OHBS, 大津臨湖実験所。

表3及び表4からネジレモの分布状態を見ると、深度2m附近までは量的に多く、4m以深は甚だ少い。また4m附近までの他の水草との個体数の割合を比較してみると、全水草の40～50%はネジレモで占められていることがわかる。この多量のネジレモが8月下旬から無数の雄花を水面に浮漂させる。ネジレモの雄株には各1個の膜質へら状胞ができ、この胞中に約2,000個以上の雄花が含まれているので、母株からはなれて水面に浮上する雄花の数量がいかに多いかが想像されるであろう。

琵琶湖南部(副湖盆)に現われる雄花は、堅田以南の4m以浅部より多数浮上開花するほかに、堅田以北の西岸真野附近、及びその対岸菖蒲

浜附近より浮漂して来るものが相当あるように考えられる。かつて、1926年9月12日に、堅田以南の副湖盆における雄花の浮漂状態を機動ボートで調査したが、当時は湖岸よりむしろ中心部の方が雄花が密集していることが観察された。これは堅田以北に由来するネジレモの雄花が、堅田附近の琵琶湖の狭湍部を通過するとき、湖流の関係で中心部程密集したものと考えられる。大津市附近では前記マツ花粉の場合と同じく、集団の拡散の結果雄花群は殆ど平均して分布していた。

4 概 括

琵琶湖では、特に南部副湖盆部に、毎年定期的にマツ花粉及び琵琶湖特産のネジレモによる“水のはな”現象が見られる。マツ花粉によるものは5月上中旬に現われ、副湖盆部では一面に見られる。この花粉の大半は近江舞子を中心としたマツ林及び沖の島、奥島附近のマツ林、及び坂本附近のマツ並木から飛散したものなることが当時の気象状況等より推察できる。花粉群は突風により集団となつて湖面に落ちて密集するが、南下するに従つて拡散をつづけ、大津附近では一面にひろがる。なお、この状態は大津附近沖合では開花後1カ月も続く。

ネジレモの雄花による“水のはな”現象は9月上旬を中心として現われる。琵琶湖では深度4mまでに生育している水草の約40~50%はネジレモで、そのため雄花の浮漂する時期には、湖面には微小で白く点々として散布し、特異な“水のはな”を形づくっている。真野湖岸及び菖蒲浜附近にも多数のネジレモが生育し、この雄花が湖流にのつて南下し、堅田町附近の狭部を通るときには湖の中心部を流れる。そのため“水のはな”は湖の中心部ほど濃く現われる。その他副湖盆部よりの雄花もこれに加わり次第に南下し大津沖附近に達する。この頃には雄花群は次第に拡散し湖面一面に平等に分布する。

花粉による“水のはな”現象は航空機による観察及び航空写真による研究が頗る有用なることを、WASMUND (1930) が1929年に Bodensee における観察結果から力説している。湖面上に落ちて拡つた大量花粉による“水のはな”が、陸水学上研究の価値のあることは次の如くである。(1)琵琶湖のような真の“水のはな”が現われない湖に、生物的な水色異変が起れば本文に述べたような原因によることが推察せられること、(2)風及び湖流によつて花粉群が種々の形に集団化せられることにより、湖水の表面流の方向及び強さが推察できること、(3)年々週期的に深層に花粉が沈下することにより、湖底堆積物 core の花粉分析に際するコントロールとして役立つこと (SCHMITZ 1930)。

琵琶湖では湖底堆積物の花粉分析はまだ行われていないが、筆者が観察し得た事実を記録し、とかく看過されがちな花粉による“水のはな”の重要性を指摘した次第である。

主 要 文 献

1. COULTER, J.M., C.R. BARNES and H.C. COWLES : A Textbook of Botany, I—III. New York, 1910.
2. NAUMANN, E. : Die Sestonfärbung des Süßwassers. Arch. f. Hydrobiol., 13, 647~692, 1922.
3. OOSTING, H. J. : The study of plant communities. San Francisco, 1948.
4. SCHMITZ, H. : Pollenregen-Seebüte und Pollenanalyse. Paläontol. Z., 12, 3/4, 1930.
5. THIENEMANN, A. : Die Binnengewässer Mitteleuropas. Die Binnengewässer, Bd. 1, Stuttgart, 1926.
6. WASMUND, E. : Pollenregen-Seebüte auf dem Bodensee im Luftbild. Paläontol. Z., 12, 2, 1930.
7. WEAVER, J. E. and F. E. CLEMENTS : Plant Ecology. New York, 1938.

R é s u m é

An enormous occurrence of water-bloom due to the pollen grains of pine (*Pinus densiflora*) and to male flowers of *Vallisneria asiatica biwaensis* has been frequently observed in Lake Biwa, especially in its auxiliary basin.

The pollen grain water-bloom is found in early and middle May. These pollen grains are supplied from the pine forests on the west and east coasts of the main basin of the lake, and are drifted away by southward wind forming certain large groups floating at the surface of water (Fig. 1, P). Thence they are carried by water current from the main basin to the southern auxiliary basin through the narrow channel. When large floating masses of pollen grains arrive the area off the city of Otsu, they spread over the surface of the auxiliary basin as the consequence of gradual spreading. This phenomenon is continuing in one month or more after pollen production of pine trees began.

In early autumn there occurs water-bloom due to a considerable masses of male flower of *Vallisneria*, which makes up more than 40 per cent of the amount of water plants in the shallow water of the lake. When *Vallisneria* is in full-bloom, numerous male flowers (Fig. 2), which came off from the bracts float up the surface of water making water-bloom. Owing to the influence of the current of lake water and of the wind, the water-bloom

thus formed is usually condensed at the middle area of the axiliary basin of the lake (Fig. 3).

The “pollen-grain water-bloom” has been noticed by German authors (WASMUND 1930, SCHMITZ 1930) in regard to its occurrence and significance for pollen analysis of cores of bottom deposits of lakes. In a deep oligotrophic lake like Lake Biwa, such a kind of bloom may be less significance for pollen analysis but is noteworthy to report regarding the water color and the movement of surface water.

(著者：山口久直，大津市観音寺町，京大臨湖実験所；YAMAGUTI, Hisanao, Otsu Hydrobiological Station, Otsu-shi, Shiga-ken)