

つて、まず、該ミみずわたの菌学的検索を行い、その優占種が、どのような菌種であるか知ろうとした。

注 ※ Odum によれば、優占種とは、生物群集の上に大きな支配的影響を及ぼす生物であり、さらにその優占種を除去すると、その生物群集に重大な変化を及ぼすけれど、非優占種を除去してもほとんど影響を及ぼさないものと定義している。

検索方法の詳細は、別報に述べたが、略記すると、即

第1表 採取試料と分離菌との関係

分 離 菌	試料												
	パ ル プ 工 場 S K P 廃 水	S P 水 糸 状 ス ラ イ ム	K P 水 糸 状 ス ラ イ ム	酸 酵 水	白 濁 水	牛 朱 別 川 廃 水 流 入 口 ス ラ イ ム	牛 朱 別 川 河 床 ス ラ イ ム	牛 朱 別 川 流 入 口 泡 沫 水	牛 朱 別 川 河 床 ス ラ イ ム	神 居 古 潭 河 床 ス ラ イ ム	神 居 古 潭 上 浮 遊 物	神 居 古 潭 流 水	神 居 古 潭 泡 沫 水
<i>Asp. fumigates</i>							○						○
<i>A. niger</i>						○			○				
<i>A. versicolor</i>		○							○				●
<i>Cl. herbarum</i>						●							
<i>G. candidum</i>	○	○	●	○		●	●	●	○	○	●	○	○
<i>Gl. roseum</i>						○							
<i>Mon. daleaeb</i>		○							○				○
<i>M. fragilis</i>											○		
<i>P. chrysogenum</i>													○
<i>P. lilacium</i>									○				
<i>Penicillium. spp</i>				○		○			○	○			
<i>Ph. fastigata</i>	○				○					○			
<i>Ph. spp</i>		○	○	○		●							○
<i>P. pullulans</i>							○						○
<i>Phoma. sp</i>	○												
<i>Sp. rosenm</i>									○				
<i>T. viride</i>	○	○							○				
<i>C. fimetaria</i>	○					○				●			○
<i>C. scotti</i>												○	
<i>C. tropicalis</i>	○												
<i>C. utilis</i>							○					●	
<i>R. mucilaginosa</i>												○	
<i>Sacch. sp</i>			●										
<i>T. canpida</i>	○												
<i>Tr. curaneun</i>												○	
<i>St. farinosus</i>	●												
<i>St. sp</i>								○					

○ コロニーの数が1~3ヶ。

● 多数のコロニーが生じたもの。

ち、種々の組成の8種類の培養基を用意し、河床に附着するスライム、河川浮遊物、泥土、あるいは流水などの29試料について、常法に従って微生物の菌学的な検索を行った。

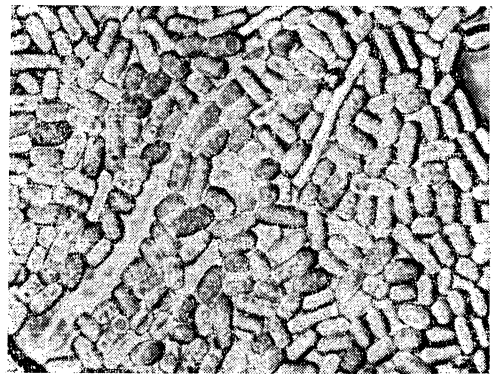
この検索によつて純粋に分離された微生物は、統計23菌種、78株であつた。これらの分離菌と採取試料との間の関係を第1表に示す。

著者らは、本検索の結果、牛朱別川に発生したミみずわたの優占種が *Geotrichum candidum* であることを推定した。

この推定は、その後数年に渡る調査研究によつて、更に確めることができた。

Geotrichum candidum は、不完全菌類に属し、一見酵母状であるが、真正菌糸をもち、それが多くの短束状細胞に分割し、いわゆる分節胞子を形成する^{9) 10)}。

Geotrichum candidum 分節胞子×400



本菌は、土壤などに広く分布するといわれ、また、最近 Cookes¹¹⁾ などの報告によれば、污水处理場の散布炉床などに数多く存在しているといわれる。しかしながらミみずわたの形成菌として、報告された例はなく、極めて興味あることであつた。

II *Geotrichum candidum* の栄養要求と2, 3の生理学的性状

Geotrichum candidum が、不完全菌類に属することはすでに述べた。この種の菌類は、一般の有用微生物や病原細菌などと比較すれば、その研究は極めて遅れており、現在見られる報告は、単にその形態学的性状の記述にとどまっているに過ぎず、生理学的性状とか、栄養要求等については、ほとんど窺い知ることができない。

著者らは、前述の水域におけるミみずわたの形成に大きな役割を占めていると考えられた本菌について、その生物学的諸性状を究明することによつて、牛朱別川のミみずわたの発生要因や、その防除についての基礎的な資料を得ようとした。

本実験は、第2報⁵⁾によつて詳述したようにミみずわたから分離された3 type の *Geotrichum candidum*※ について行われたものである。その結果は次のようであつた。

1) 本菌の至適生育温度は、20~25°C の範囲にある。30°C 以上になると本菌の生育は完全に阻害される。また5°Cの低温でもかなりの生育が見られた。

2) 本菌の至適 pH は、5.0~7.0の間にある。即ち、微酸性域において本菌は、最も良好な生育を示した。

3) 本菌は、有機性の窒素を良く利用するが、無機性のアンモニア態窒素をも利用する。しかしながら硝酸性及び亜硝酸性の窒素は利用できなかった。

4) 本菌は、唯一の炭素源として次の糖類、葡萄糖、アミノース、ガラクトース、麦芽糖、蔗糖、デキストリン及びビヌリンを利用する。また、グリセリン、エタノール等のアルコール類をも利用することができる。また、フラクトース、アラビノース、キシロース、ラクトース、ソルビット、ラフィノース等は、菌株間で利用し得ないものもあつた。

5) 本菌は、唯一の炭素源として有機酸を与えた場合、醋酸及びコハク酸を利用する。

6) 本菌は、アミノ酸を炭素源として与えた場合、アラニン、グルタミン酸、アスパラギン酸、プロリン、ロイシン、バリン等を利用することができた。

7) 本菌は、ビタミンや特殊な生育因子を必要としないが、燐及び加里等の無機塩は、生育のための必須因子であり、また、マグネシウムは完全な生育のためには必要であることが明らかとなつた。

8) 本菌は、遊離の塩素の存在によつて、その生育が妨げられる。1ppmの遊離塩素では、わずかに、5ppmでは完全にその生育が抑制された。しかしながら、Penicillin, Streptomycin, Aureomycin 等の抗生物質は、その生育に何等の影響も与えなかつた。

注 ※ *Geotrichum candidum* は、菌種間の外見上の差が甚だしく、今回分離された23株も、その胞子の形状、大きさ等によつて、3群に分けることができる¹²⁾。

III みずわたミ発生についての生態学的考察

前項まで、著者らは、牛朱別川に発生したみずわたミについての幾つかの知見を述べた。

本項においては、これらの実験をもととし、幾つかの補足的な実験を加えながら、このみずわたミについての生態学的な考察を加えてみたい。

(i) みずわたミの発生条件

みずわたミが発生した牛朱別川の水質は、もともと第2表のように、何等の汚染も見られず、石狩川に合流する約2km上流で、パルプ工場の廃水によつて、強く汚染を受けている。パルプ廃水の有機物濃度は、第2表に示すように極めて高く、しかも、牛朱別川の水量が毎秒5~10tであるのに対し、廃水の量は毎秒3tもある。従つて、僅か2kmの流程では、ほとんど自浄作用は期待できず、みずわたミと呼ばれる微生物集団の大繁殖を招くに至つたと考

えられる。

第2表 河川水及び廃水の成分

試料	pH	B.O.D (ppm)	C. O. D (ppw)	SS (ppm)	還元糖 (ppm)
牛朱別川上流河川水	6.8	3.2	2.1	11	—
パルプ廃水	4.2~5.8	300~700	800~1,500	300	150

(ii) 優占種について

前記したみずわたミの優占種は *Geotrichum candidum* と呼ばれる不完全菌類に属する糸状菌である。

パルプ製紙工場の廃水による汚染によつて河川にみずわたミが発生することは、すでに諸外国でも多くの報告が見られるが、その優占種の大部分は、*Sphaerotilus natans* であつた。しかし、本地点に発生したみずわたミの優占種は、現在までほとんど報告されたことになかつた。*G. candidum* であり、著者らにとつても、極めて興味あるであつた。

自然界における種々の微生物群は、環境条件の変化によつて、強く影響を受けることは良く知られているが、本地点において、*G. candidum* が、優占種となつた要因について、考察してみたい。

a) 温度：*G. candidum* の至適生育温度は20~25°Cである。しかも、高温(30°C以上)には弱い、低温(5°C)では、生育が認められる。牛朱別川の河川水の温度は、夏季においては18~25°C、また、外気温が零下10度に達する冬季でさえも、この河川水は、5~7°C前後の温度を保っている(これは廃水の温度が高く、且つ、積雪のため表面が、雪で覆われることによる)。即ち、牛朱別川の水温は、この生物が生育する上に十分な温度を保つていたといえよう。

b) pH：*G. candidum* は、糸状菌であり、その生育pH域は、微酸性側にある。パルプ廃水のpHは4.5~5.7の間にあり、牛朱別川の河川水もその汚濁によつて、pHが微酸性となり、この生物の生育には、最も適したpH範囲を示していた。

Cawley¹³⁾ は、あるパルプ工場の廃水流入地点に大量のみずわたミが発生したと報告し、このみずわたミの優占種が *Sphaerotilus* であつた大きな理由として、pHが中性以上であつたことを挙げている。

最近、著者らは、北見地方のある河川に発生したみずわたミについて調査する機会を得たが、この場合、汚染源が、パルプ廃水であるのにも拘わらず、みずわたミの優占種は *Sphaerotilus natans* であり¹⁴⁾、河川水のpHは、7.2~7.5を示していた。

著者らは、牛朱別川に発生したみずわたミの優占種が *G. candidum* であつた要因の第一に、このpH条件をあげたい。

c) 廃水の成分：パルプ廃水は、多くの有機物を含んで

いるが、微生物の栄養源となるのは、主として炭水化物である。このうち、リグニン等の特殊成分は別として、多量の還元糖と有機酸が含まれており、これらの供給が、*G. candidum* の繁殖を促進したものと考えられる。

d) 廃水の濃度について：前述したように牛朱別川の流量とパイプ廃水量の比は大体 3:1 程度である。このため牛朱別川の河川水は極めて多量の有機物を含んでいる。このような差濃度は、単に *Geotrichum* のみの生育を助長するに止まらず、他の種々の微生物の生育をも助長することであろう。しかしながら、みずわたみ形成菌のひとつである、*Sphaerotilus* の大量繁殖は、有機物がより低濃度の汚濁河川において起つている。

Cawley の報告した *Sphaerotilus* の発生条件は、パルプ廃液（本地点の廃水濃度と略同様）が、約 100 倍にうすまった場所で起つており、更に著者が観察した北見地方に発生した *Sphaerotilus* によるみずわたみの群落は、パルプ廃水が河川水によつて約 150 倍に稀釈された地点において生じている。

e) *Geotrichum candidum* の由来：*G. candidum* は、自然界の種々の場所に棲息していると報告されている。

著者らは、牛朱別川で大量繁殖を起した *G. candidum* は土壌由来のもので推定していた。しかしながら、牛朱別川の上流一帯の土壌からは、全くこの菌種を分離することができなかつた。この事実から上流地帯の土壌には、*G. candidum* が極めて少数しか存在しないのであろうと推測される。

一方、工場内の種々の試料について、この菌種の分離を試みると、第 3 表のように多くの *Geotrichum* を分離する

第 3 表 各種試料中の *G. candidum* 数

試料	菌数 (count/cc)	pH
石狩川上流水	0	6.8
牛朱別川上流水	0	6.8
牛朱別川上流土壌	0	—
忠別川上流土壌	0	—
パルプ原料木材	18	—
ドラムバーカ洗滌水	80	6.2
K P 廃液	600	6.2
S P 廃液	140	4.8
〃	450	4.8
〃	520	4.5
〃	80	4.5
〃	600	4.2
〃	240	4.2
〃	—	4.2
SP, KP 混合廃水	520	5.4
〃	640	5.4

ことができた。

また、他の機会に、道内の幾つかの製紙、パルプ工場の抄紙機内に形成されるミスライムミの菌学的検索を行ったところ、これらのミスライムミ中に数多くの *Geotrichum* 及びその類似菌を分離することができた。

著者らは、牛朱別川で大量繁殖を起した *Geotrichum* の由来は、恐らく、原木→製造工程の一部→沈澱池→廃水というような経路によるものであろうと推定している。

要 旨

石狩川A水域における河川汚濁が、単に工場廃水そのもののみによつて起るのではなく、この工場廃水が河川に流入したために発生するみずわたみによつて、更に、強く汚濁を受けると考えられたため、このみずわたみに対する、基礎的な研究が強く要望された。

本報告は、パルプ廃水の河川流入によつて発生したみずわたみについて現在まで行われてきた、幾つかの報告をまとめたものである。

これらの調査研究によつて、該みずわたみの構成菌種を検索し、そのうち *Geotrichum candidum* がみずわたみ構成の主働菌であることを明らかにした。

また、さらに該菌の栄養要求とその生理学的性状を追究し、みずわたみ発生の要因について論議を加えた。

著者らは、現在、このみずわたみの水質源に及ぼす真の影響について研究を続けている。

稿を終るに当たり、菌類の分類に関して、多くの御教示と御協力を賜つた醸酵研究所椿啓介博士に深い感謝を捧げる。また、本調査研究の遂行中、多くの御助言と御激励を賜つた当研究所所長中村豊博士並びに環境衛生学部長小山良悟博士に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 小山良悟外：北海道立衛生研究所報，第10集，昭33。
中村俊男：北海道立衛生研究所報，特報，昭35。
- 2) 北海道総合開発企画本部：石狩川水系資料。
- 3) 経済企画庁水資源局水質保全課：用水と廃水，Vol.5，No. 7 (1963)。
- 4) 中村，井上，千葉：水処理技術誌，Vol.3，No.6 (1962)。
- 5) 井上，千葉，中村：水処理技術誌，Vol.3，No.7 (1962)。
- 6) 井上，千葉，中村：水処理技術誌，Vol.3，No.8 (1962)。
- 7) 井上，千葉，中村：水処理技術誌，Vol.5，No.3 (1964)。
- 8) M. E. Harrison & H. Heukelekian：Sewage and Ind. wastes, 30, 1278 (1958)。
- 9) T. W. Carmichael：Mycogia, 49, 820 (1957)。
- 10) H. L. Barnett：Illustrated Genera of Imperfect Fungi. P. 47 (1960)。
- 11) W. B. Cooke：Sewage & Indust. wastes 26：539～549；790～794；661～674 (1954)。

- 12) K. Tubaki : Trans. Myc. Soc. Japan, III (1962).
- 13) W. A. Cawley : Sewage & Indust. wastes, 30, 1,174 (1958).
- 14) 井上, 千葉, 中村 : 未発表.

(受付 : 昭和39年 月 日)

Studies on the Slime Infestation
in a Polluted River

K. Inoue., Y. Thiba & T. Nakamura
(Hokkaido Institute of Public Health)

A typical slime infestation occurred in the Ishikari River which received the waste water of a pulp mill factory.

The present communication deals with a dominant organism of the slime infestation and their ecological significance.

The results of these investigations are summarized as follows.

1) Seventy eight strains of fungi and yeasts were isolated from a variety of aqueous habitats in the polluted river. They were distributed into 27 species.

2) Among these strains, 23 were identified as *Geotrichum candidum*.

3) Further work on the nutritional requirements of this fungus was carried out. *Geotrichum candidum* can grow with a wide variety of organic compounds, including sugars, sugar alcohols as sources of carbon and energy. Ammonium salts, nitrates, individual amino acids, and complexes such as peptone and meat extract can supply the nitrogen needs of the organism. An exogenous supply of growth factors is not required.