

「地学」

大沼浮島の探求2020-浮島存続の危機に立ち向かう1-
山形県立山形中央高等学校 人文科学部

2年 白井壮一郎・石垣将成

3年 高見奈央・阿部真尋・富樫滉斗

I はじめに:大沼は山形市の西北西23km、標高306mに位置する。2010年よりこの沼に漂う浮島(Fig.1)や大沼の地象を切り口に代々7つの研究をしてきた。

2020年7月オオミズゴケ(以下ミズゴケ)がほぼ消失



したことに気づいた。ようやく見つけたミズゴケも、田の畦や尾根筋の露岩などに生育するハイゴケが侵入していた(Fig.2)。2010年の記録では約10cmの厚さに生育していたが、2012年の写真では減少していた。加えて小さな浮島の殆どが、土台を失い、倒れ、沈みかけていた(Fig.3)。浮島は、ミズゴケ泥炭にアシやヤマドリゼンマイ等の根が侵入して形成されている。ミズゴケ泥炭の元となるミズゴケを失えば将来湿性遷移で陸化するより速く浮島が失われると感じ、原因と対策を調べた。(Fig.4)

2 浮島の形成

浮島は「島切り神事」で泥炭層を切り取り、沼に浮かべる。ミズゴケやミズゴケ泥炭だけでは浮き上がることは無いが(Fig.5)、そこに生えたヤマドリゼンマイやアシが根に送る酸素の浮力で浮く。前者は横に根を張り浮島をまとめる(Fig.6)。浮島下部泥炭層はアンカーとして浮体のバランスを保ち、アシは深く根を張りアンカーを支える(Fig.7)(山形中央高2014)。



3 大沼の水質

現地は10年以上に渡り大量のアオコが発生していた。10月中旬でも消えず富栄養化が考えられる(Fig.8)。ミズゴケは富栄養化に弱いとされるため、場所・深さを

変えパケットテストで2箇所・3水深で調べた(2020.10.06)

	沼南中央 水深0.5m	沼南中央 水深1m	沼南中央 水深2m	機橋沖 水深0.5m	機橋沖 水深1m	機橋沖 水深2m
PO ₄ ³⁻	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
NH ₄ ⁺	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
NO ₂ ⁻	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
NO ₃ ⁻	<1	<1	<1	<1	<1	<1
pH	6.5	6.0~6.5	6.5~7.0	7.0	6.5	6.5
COD	>8	>8	6	>8	>8	>8

結果CODを除き測定下限の貧栄養水であったが、CODは1カ所を除き測定上限以上であった。このことから富栄養化物質は、アオコやその枯死体に有機物として蓄積されていると考えられた(Fig.9)。

4 ミズゴケの生育環境

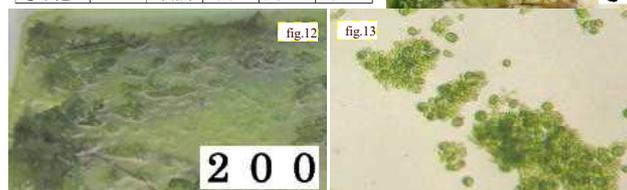
ミズゴケ消失の原因を探るため、富栄養化・pH・金属など予想されるミズゴケの生育に不都合な環境下で1ヶ月バッドに入れて室内栽培し、影響を調べた材料:オオミズゴケ 準絶滅危惧種だが、現在遊歩道等整備に伴い草原化が進む川西町廃田跡の、近い将来埋立や乾燥化で絶滅しそうな場所より入手した。

① 富栄養化環境下の生育を調べるため200,500,1000,2000倍希釈液体ハイポネクスおよび水でミズゴケを培養した。①②とも培養液はそれぞれ500mLとし、蒸発分は水道水を補充した

② pHまたは金属の影響を調べるため、ミズゴケを2000倍希釈ハイポネクス液500mLに下表の塩類を0.5gまたは濃硫酸は0.5mL添加して生育させた。

富栄養環境下のオオミズゴケの伸長量mm n=20
fig.10 培養期間 2020.10.9 ~ 2020.11.17

希釈倍率	水	2000	1000	500	200
平均	9	7	2	3	1
最大	20	15	5	7	3
最小	1	2	0	0	1
実験前pH	7.7	7.7	7.7	7.7	7.6
実験後pH	7.7	7.9	7.3	6.8	3.7
その他		芽肥大	アオコ	アオコ++	アオコ+++



①について: ハイポネクス培養では、水だけの伸長量が最も大きく、ついで2000倍希釈液であった(Fig.10)。また観察より2000倍希釈区は成長点肥大が最も大きかった。1000倍希釈区より高濃度では生育は阻害され、アオコ様プランクトンがミズゴケ表面を覆っていた(Fig.12・13)。水質調査からも、窒素やリンを有機物ごと除くことがミズゴケの生育に必要であることが推測された。

尚大沼の面積約18200m²に対し、集水面積・最寄りアメダスからの平均降水量(40年)・北日本の森林年間蒸発散量600mmより試算した流入出量は毎秒4Lと少ない。有機態の栄養塩類を人為的に除かないと富栄養化は進むと判断した(山形中央高2019)。

②について:

全実験区で成長点が死滅した区はなかった。また

無処理に比べすべて伸長が阻害されていた(Fig.14)。ホウ酸・硫酸添加では大きく生育が阻害されたが成長点は生き残っていた。硫酸・炭酸水素Na添加区のpHは上がっていたが、他は下がっていた。ミズゴケに環境のpHを調節する能力があると考えられる。

炭酸水素Na添加区は茎が一部腐朽していた。チオ硫酸Na添加区はpHが大きく下がっていたが成長点の肥大は良い。ミズゴケは火山性地下水に多いチオ硫酸イオンに適応していると考えた。

Fig.14 各種イオン下のオオミズゴケの伸長量mm
n=20 (pHは n=3) 培養期間 2020.10.16 ~ 2020.11.17

無機塩類	無処理	H ₃ BO ₃	CaCl ₂	NaHCO ₃	Na ₂ SO ₄	Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ SO ₄
平均	7	1	3	3	3	2	0
最大	15	3	5	4	6	5	2
最小	2	0	1	2	1	0	0
実験前pH	7.6	7.4	7.2	8.0	7.6	7.6	1.8
実験後pH	7.7	7.0	6.0	9.0	6.0	3.8	2.0
その他		生育停止		茎一部腐朽		鮮緑	白化

5 小さな浮島が土台を失い倒れ沈む現象について沈んだ浮島はいずれも泥炭層が崩れていた。本来ミズゴケ泥炭は貧栄養のため微生物による腐敗が遅く分解し難い。そこで富栄養化によりC/N比が上がったことで分解が進んだと考え、富栄養化実験に用いたミズゴケの引張試験を行った。(Fig.15-16)

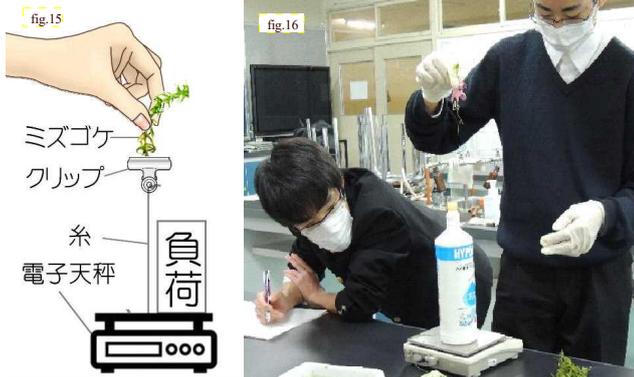


Fig.17 富栄養環境下のオオミズゴケの引張試験 g
n=20 培養期間 2020.10.9 ~ 2020.11.17

希釈倍率	水	2000	1000	500	200
平均	240	240	172	189	162
腐朽率	0	5	15	25	35
実験前pH	7.7	7.7	7.7	7.7	7.6
実験後pH	7.7	7.9	7.3	6.8	3.7
その他		芽肥大	アオコ	アオコ++	アオコ+++

結果高濃度になるほどすなわち富栄養下でミズゴケは切れやすくなり腐朽率も高まっていた(Fig.17)。

pHまたは金属を含む環境が腐朽率に与える影響は、塩化カルシウム添加区で引張試験は低下しなかったが腐朽率は高かった。炭酸水素Na添加区のpHは高く、より腐朽が進んでいた。高いpHと高濃度のカルシウムイオンがミズゴケの生理活性を阻害する報告と一致する(GillerandWheeler,1988)。一方ホウ酸と硫酸添加区は無処理区とほぼ同じ結果となった。これら試薬は抗菌力が高いためと考えられる。現在の浮島は逆に富栄養化で微生物の働きが大きいため泥炭腐朽

が促進され浮島を沈みやすくしたと考えられた。(Fig.18)

Fig.18 各種イオン下のオオミズゴケの引張試験 g
n=20 (pHは n=3) 培養期間 2020.10.16 ~ 2020.11.17

無機塩類	無処理	H ₃ BO ₃	CaCl ₂	NaHCO ₃	Na ₂ SO ₄	Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ SO ₄
平均	240	248	257	157	170	235	241
腐朽率	0	5	20	10	15	25	0
実験前pH	7.6	7.4	7.2	8.0	7.6	7.6	1.8
実験後pH	7.7	7.0	6.0	9.0	6.0	3.8	2.0
その他		生育停止		茎一部腐朽		鮮緑	白化

5 現地調査より

島切り跡の観察より、毎年の浮島切り出しで泥炭層の断面が空气中に約30cm露出しており、乾燥化が進んでいた(Fig.19)。ハイゴケが生育していたことから、乾燥化はミズゴケ衰退の原因の一つになっていると考えられた(Fig.19)。また水面下の断面を構成するミズゴケ泥炭は、富栄養化した沼水にさらされているため、腐朽が促進されていると推測できる。腐朽した泥炭は容易に崩れるため、特に小さな浮島でアンカー一部を失い倒れ、沈みかけることにつながったと考えた(Fig.3)。



加えて、アシの生育不良が続いていることが観察された同時期山形市周辺河川敷のアシはまだ青々としているのに対し浮島のアシが枯れていた(Fig.20・21)。近年浮島が沈む原因が近隣の田の害虫であることを調べた。浮島の浮力を供給するアシを食害するためだ。アシの残幹100本の2割弱から幼虫または蛹、羽化に失敗した成虫などが見いだされた(Fig.6)(山形中央高2013)。

アシは浮力を供給すると共に地下約2m程度まで根を張り浮島の土台となる泥炭層を支える(Fig.7)。害虫によるアシの根の衰弱が、小さな浮島のアンカー一部喪失につながったと考えた。

6 まとめ: 以上より浮島の土台喪失は、沼の富栄養化によるミズゴケ消失、泥炭腐朽促進、アシの生育不良による可能性が高く、歴代の研究から栄養塩類の除去や同地区の湿地で培養したミズゴケやアシの地下茎移植や、アシ焼きなどによるアシを食害する昆虫の駆除が必要と考えた。

協力: 山形県水質保全協会

参考: 朝日町HP 本校の研究 <http://urx3.nu/ZZgj>

環境省HP <http://had0.big.ous.ac.jp/thema/moss/>