

高層湿原における原植生と侵入植生の蒸発散速度の比較

藤本敏樹*・飯山一平*・坂井 舞*・永田 修**・長谷川周一*

Comparison of Evapotranspiration between Indigenous Vegetation and Invading Vegetation in a Bog

Toshiki FUJIMOTO*, Ippei IYAMA*, Mai SAKAI*, Osamu NAGATA** and Shuichi HASEGAWA*

* The Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589, Japan

** National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo 062-8555, Japan

Abstract

To assess the effect of vegetation change on water balance in terms of wetland ecosystem conservation, we evaluated the evapotranspiration, the largest output from the Bibai mire, with the lysimeter method in a bamboo grass-invading area and in a *Sphagnum* bog. Cumulative evapotranspiration in 2004 and 2005 except for snow season was greater in the *Sphagnum* bog than in the bamboo grass-invading area. Therefore, we should deny a hypothesis such that because the bamboo grasses had higher ability of evapotranspiration than the indigenous plants, groundwater table lowering would take place when the bamboo grasses invaded into the *Sphagnum* bog, resulting in the expansion of the bamboo grass-invading area even more into the indigenous vegetation area. Based on the measured evapotranspiration rates under several groundwater table levels in the lysimeter method, we concluded that the *Sphagnum* growth would not be disturbed even if groundwater table level dropped down to -20 cm while the evapotranspiration rate in the bamboo grass area would be affected significantly with groundwater table level changing. And from comparison of the data from the lysimeter method with those from the other two methods, it was suggested that the lysimeter method can evaluate the evapotranspiration rate in a field scale as precisely as the Bowen ration method or the Penman method.

Key words : evapotranspiration, lysimeter method, water table, bamboo grass-invading area, *Sphagnum* bog

1. はじめに

湿原は高水分状態を保つことによって成り立っており、野生生物・原植生の生活圏、保水・水質浄化、泥炭地史の保存等の多面的機能を持っている。しかし北海道では明治以降の泥炭地開拓により大部分の湿原が農地化され、残存する湿原においても隣接農地の排水路への水の流出という形で乾燥化が進行し、原植生ではないササ等の植生の侵入が進んでいる。かつて石狩平野に約6万ha存在した石狩泥炭地(湿原)もその典型例であり、現

在まともに残る湿原は美唄湿原と月が湖湿原のみとなった。

既往の研究によると、ササの地下茎の伸長による下層からの吸水が地下水位を低下させ、美唄湿原の乾燥化を促進する(粕淵ら, 1994)との意見が見られ、更にサロベツ湿原においても、ササ等の侵入が蒸発散量を増加させて湿原の乾燥化を促進するという記載(高木ら, 1999)や、地下水位が低く変動幅が大きいところほどササの生育も旺盛になる(梅田・井上, 1995)という報告が見られる。こうした知見に基づき、湿原の乾燥化のプロセス

*北海道大学大学院農学研究科 〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目

**北海道農業研究センター 〒062-8555 札幌市豊平区羊が丘1

キーワード: 蒸発散, ライシメータ法, 水位, ササ群落, ミズゴケ群落

の一つとして、ササの侵入が、積雪期を除く年間の流出量の中で約80%を占める蒸発散量(粕淵ら, 1994)の増加と地下水位の低下をもたらし、更にササが湿原内部へ侵入するという構図が、想定されてきたのである。

一方、ササ等の侵入が進んだ美唄湿原を実際に見てみると、ここ十年間の航空写真から判断する限り、原植生であるミズゴケ群落の縮小速度は大幅に低下しているように見受けられる。これらの事実や既往の研究における意見を考え合わせると、植生変化が湿原の水文環境に与える影響は明らかとなっているとは言い難い。

そこで本研究では、ミズゴケからササへの植生変化が蒸発散量を増加させる可能性や水収支に与える影響を、ライシメータ法による両群落の蒸発散速度評価から明らかにすることを目的とした。まず、地下水位を変えたライシメータを用いることで、地下水位が蒸発散速度に与える影響を調査した。次に、湿原の蒸発散速度評価で一般的に用いられているボーエン比法およびペンマン法による測定値との比較から、ライシメータ法による群落としての蒸発散速度評価の妥当性を検討した。更に、両群落におけるライシメータ法による蒸発散速度の季節変動を明らかにし、両者を比較した。

2. 調査地と測定方法

2.1 調査地

北海道美唄市開発町南に位置する美唄湿原を調査地とした。この湿原は、北海道農業研究センターが管理する南北540m、東西440mの長さを持つ凡そ24haの湿原である。図-1に美唄湿原の調査地の概要を示す。周囲が農地であるため湿原の東端、南端は浅い明渠に接している一方、西端は深さ5mの素掘りの排水用明渠に接して

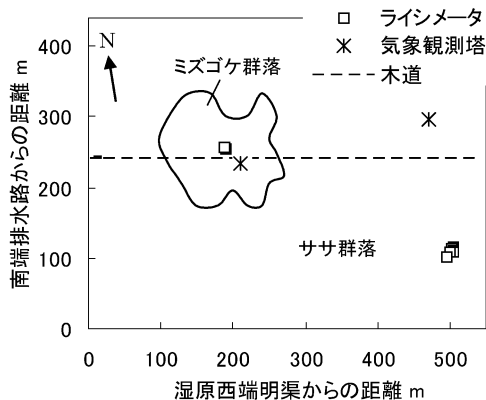


図-1 美唄湿原の調査地概要

Fig. 1 Experimental site in the Bibai mire.

おり、最大3mの地盤沈下が起こっている。地下水位は排水路近傍から低下が進み、湿原の大部分は侵入してきたササ (*Sasa palmata*) やウルシ (*Rhus trichocarpha*), ヤチヤナギ (*Myrica gale var. tomentosa*), イソツツジ (*Ledum palustre var. diversipilosum*) といった小灌木により覆われている。そのため原植生であるミズゴケ群落(主に *Shphagnum papillosum* Lindb.)は、湿原中央部からやや西にかけての約2haを残すのみとなっている。

2.2 測定方法

ササ、ミズゴケ両群落の蒸発散速度をライシメータ法(内水位制御法)、ボーエン比法(ササ群落のみ)、ペンマン法により測定した。

ライシメータの概要を図-2に示す。ササ、ミズゴケ両群落の一部をコンテナ(縦30×横46×深さ26及び29cm)に移植後、これをライシメータとした。ライシメータ内水位をマリ奥特管(直径10cm、高さ100cm)からの給水により一定に保ち、蒸発散速度をマリ奥特管内の水減少量から評価した。現場の地下水位がササ群落で-5~-25cm、ミズゴケ群落で0~-20cm(平均地下水位が-5cm)程度であったことから、ライシメータ内水位をササ群落で-5、-15、-25cmの3水位、ミズゴケ群落で-5、-20cmの2水位に設定し、各水位とも3反復行った。降雨時は、約2mmの雨が降るとコンテナ側壁に設けた越流口から余剰水が排除されるよう設計した。また、ライシメータ内の植生環境および土壌環境を周辺環境と同等に保つために、コンテナの余剰水越流口以下の部分を、不攪乱土壌試料を掘削した元の跡の孔に埋め戻した。

測定は調査期間中(2003, 2004, 2005年の4月~11

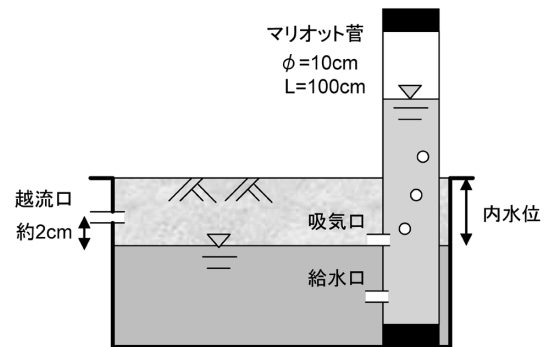


図-2 ライシメータの概要(φ:直径, L:長さ)

Fig. 2 Illustration of a lysimeter, φ is diameter and L is length.

月), ほぼ週に一度行った。なお移植時期は, ササ群落の内水位-15 cm, ミズゴケ群落の内水位-5 cm が 2003 年 5 月, ササ群落の内水位-5, -25 cm, ミズゴケ群落の内水位-20 cm が 2004 年 5 月であった。

ボーエン比法はササ群落のみ, ペンマン法は両群落で用い, 蒸発散速度を算出した。気象観測による蒸発散速度評価は, 2005 年のみ行った。

ボーエン比法による蒸発散速度は熱収支法により評価した。地表面における熱収支式は次式のように表される。

$$S = IE + H + G \quad (1)$$

ここで, S は純放射量, IE は潜熱伝達量 (I : 蒸発潜熱, E : 蒸発散量), H は顕熱伝達量, G は地中熱伝導量である。潜熱伝達量に対する顕熱伝達量の比 (H/IE) はボーエン比 β と呼ばれ, 2 高度の温湿度差から計算した。

$$\beta = \frac{H}{IE} = \gamma \frac{T_1 - T_2}{e_1 - e_2} \quad (2)$$

ここで, γ は乾湿計定数 ($\text{hPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), T_1, T_2, e_1, e_2 は高度 1, 2 での気温 ($^\circ\text{C}$), 水蒸気圧 (hPa) である。(2)式を用いて(1)式を変形させると次のようになる。

$$IE = \frac{S - G}{1 + \beta} \quad (3)$$

地中熱伝導量は, 地温分布の経時変化から, 温度積分法により見積もった。

$$G = \sum_n C \Delta z (\Delta T / \Delta t)_n \quad (4)$$

ここで, C は土壌の容積熱容量 ($\text{J cm}^{-3} ^\circ\text{C}^{-1}$), Δz は層の厚さ, $\Delta T / \Delta t$ は層別の地温の経時変化率, n は層数である。 Δt は測定間隔の 5 分を用いた。土壌の容積熱容量は, 次式により求めた。

$$C \cong 2.01 V_s + 4.19 V_w \quad (5)$$

ここで, V_s, V_w はそれぞれ土壌中の固相, 液相の容積比である。 V_s は炉乾燥した質量と土粒子密度から算出した。 V_w は地下水位と水分特性曲線を用いて算出した液相の容積比の平均値を用いた。その結果, C は $2.5 \text{ J cm}^{-3} ^\circ\text{C}^{-1}$ であった。

ペンマン法による蒸発散速度は, 次に示す熱収支式と Dalton の蒸発式を組み合わせた複合法により評価した(三浦・奥野, 1993)。

$$IE = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot S + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \cdot lf(u_2)(e_{sa} - e_a) \quad (6)$$

ここで, Δ は温度飽和水蒸気圧曲線の勾配 ($\text{hPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), $f(u_2)$ は風速関数 ($= 0.26(1 + u_2/100)$) ($\text{mm hPa}^{-1} \text{ day}^{-1}$), u_2 は高さ 2 m での風速, e_{sa} はある気温における飽和水蒸気圧 (hPa), e_a は空気の水蒸気圧 (hPa) である。ペンマン法は可能蒸発散速度の評価方法であるが, 本研究では, 地下水位が地表面付近に近く位置する湿原という立地条件であることを考慮し, ペンマン法により群落の蒸発散速度を評価した。

ボーエン比法, ペンマン法において必要となる実測パラメータは, 図-1 に示した両群落内の気象観測塔で観測し, 日単位及び時間単位での蒸発散量を評価した。純放射量は, ササ, ミズゴケ両群落でそれぞれ高度 400, 150 cm に設置した純放射計 (Q^*7 , REBS 社製) の値を用いた。温湿度は, ササ群落では高度 150, 350 cm の 2 高度, ミズゴケ群落では高度 50 cm の 1 高度に設けた温湿度計 (HMP-45, VAISALA 製) の値を用いた。気象観測塔付近のササ群落の草丈は平均で約 90 cm であったことから, 本研究においてボーエン比法による評価を妥当とする fetch 距離は [温湿度計高 (cm) - 植物群落表面高 (cm)] $\times 50 = 130 \text{ m}$ 程度と考えられた。美唄湿原の主風向である北西-南東軸方向のササ群落の広がりはこの条件を満たしていたため, ボーエン比法の適用は可能と判断した。

風速は, ササ群落の高度 250 cm に設置した風向風速計 (034S, METONE 製) の値 ($u_{2.5}$) を, $u_2 = u_{2.5} \log 200 / \log (100H)$ に代入し算出された値を u_2 として両群落で用いた。測定高度 H は 2.5 m であった。ササ群落の地温は深さ 2, 5, 10, 20, 30 cm で測定した。雨量はササ群落内に設置した転倒マス式雨量計により測定し, 両群落とも同量であるとした。

ボーエン比法およびペンマン法による蒸発散速度の評価は, ササ群落, ミズゴケ両群落でそれぞれ 5 分, 10 分間隔で行った。またササ群落のペンマン法では高度 350 cm の温湿度を用い蒸発散速度を算出した。

地下水位は, 両群落の気象観測塔直近で自動水位計 (STS 製) により 1 時間間隔で測定した。

また植生と蒸発散速度の関係を明らかにするため, ササ群落のライシメータ内の植生調査を 2005 年 7 月に行った。植生調査は, ライシメータ内のササの草丈を, ササの芽, 0~10, 10~50, 50 cm 以上に区分しそれぞれの本数を数えた。

3. 結果と考察

3.1 ライシメータ法の同一内水位における蒸発散速度の差異

ミズゴケ群落では, 内水位-5, -20 cm とも 3 反復の

ライシメータの蒸発散速度に違いはなかった一方、ササ群落では同一内水位でもライシメータ間の蒸発散速度に違いがあり、この違いは各ライシメータに含まれていた植物の本数や種類の違いに影響されたものと考えられた。ここで、ササ群落の内水位-5, -15, -25 cm の3反復のライシメータをそれぞれ S1~S3, S4~S6, S7~S9 とする。まず内水位-5 cm では、S1~S3 のササの本数が 29, 11, 14 とバラツキが大きく、S1 の蒸発散速度が S2, S3 より約 1.4 倍大きな値を示した。内水位-15 cm の S4~S6 では、ササの本数は 50, 56, 61 であり、樹高約 50 cm の成長したヤチヤナギが多く生育していた S6 の蒸発散速度が、S4, S5 より約 1.2 倍大きかった。内水位-25 cm では、S7~S9 のササの本数は 84, 73, 66 であり、蒸発散速度の比はおおよそ 1.4 : 1 : 1.9 であった。50 cm 以上の草丈のササがそれぞれ 9, 5, 14 本であったことも考慮すると、蒸発散速度の順序は 50 cm 以上の草丈のササの多さの順序を反映したものと考えられた。これらの結果から、ササ群落の蒸発散速度には、ササの本数や草丈の高いササ、また成長したヤチヤナギの存在が大きく影響していると考えられた。

以降の結果と考察では、蒸発散速度は両群落の各内水位とも3反復の平均値を用いた。

3.2 ササ、ミズゴケ両群落における蒸発散速度の水位依存性の解明

表-1 にライシメータ法による各年度の測定期間中の平均蒸発散速度を示す。ササ群落では 2004 年および 2005 年の両年とも、平均蒸発散速度は内水位-15 cm で最も大きく、内水位-25, -5 cm の順に小さくなった。図-3 に示したササ群落における蒸発散速度の季節変動においても、両年ともササ群落では水位により蒸発散速度が大きく異なった。まず、内水位-5 cm では夏季の蒸発散速度が他水位ほど増加しなかった。これは、地下深さ 5~10 cm に存在するササの地下茎が水没しており枯死したササが多かったためと考えられた。一方、内水位

-15, -25 cm の蒸発散速度は 2004 年では 8 月上旬、2005 年では 8 月中旬まで増加傾向、それ以降では減少傾向を示した。高桑・伊藤 (1986) は、サロベツ湿原においてササの現存量および稈 1 本当たりの葉数は 8 月にピークを示したと報告している。気温のピークもまた、2004, 2005 年でそれぞれ 8 月上旬, 8 月中旬であったことから、気温の増加とともにササの生育や葉の展開が旺盛となり蒸散が大きく増加したと考えられた。実際に、ライシメータ内のササの葉の展開は、設置初年目のものを除き、周辺のササの展開に劣ることはなかった。内水位-15 cm と-25 cm を比較すると、両年とも内水位-15 cm の方が蒸発散速度は大きかった。この原因として、泥炭の不飽和透水係数が小さいため、内水位-25 cm では夏季の土壌面蒸発が多くならなかったことと、特に違いが顕著である 2004 年はコンテナへの移植時の地下茎切断の影響が出たものと考えられた。移植時の地下茎切断の影響は、3.3.1 で詳しく述べる。

ミズゴケ群落の平均蒸発散速度は、2004 年および 2005 年ともササ群落ほど水位による違いは無かった (表-1)。図-4 にミズゴケ群落における蒸発散速度の季節変動を示す。ミズゴケ群落の蒸発散速度は、両年とも測定期間を通して 2 内水位とも概ね同様の値で推移し、季節変動では 2004 年で 8 月上旬、2005 年で 8 月中旬まで増加傾向、それ以降では減少傾向を示した。よって、ミズゴケ群落ではササ群落に比べ水位が蒸発散速度に与える影響は小さく、地下水位が-20 cm まで低下しても地下水から地表面への水供給は十分であり、ミズゴケの生育を悪化させることはないと考えられた。

3.3 ライシメータ法による蒸発散速度評価の妥当性の検討

3.3.1 ササ群落におけるボーエン比法による蒸発散速度との比較および地下茎切断の影響

ボーエン比法による蒸発散速度は 2005 年 5 月 2 日~8 月 24 日の期間で測定し、この期間の平均値は 2.9 mm

表-1 ライシメータ法による各年度の平均蒸発散速度

Table 1 Average values of evapotranspiration measured with lysimeters during three years.

年度	測定期間	平均蒸発散速度 mm d ⁻¹				
		ササ群落			ミズゴケ群落	
		-5 cm	-15 cm	-25 cm	-5 cm	-20 cm
2003	5月14日~11月18日	—	2.2	—	3.1	—
2004	5月16日~11月8日	1.3	2.7	1.6	3.2	2.7
2005	5月6日~11月1日	1.3	2.7	2.1	3.0	2.6

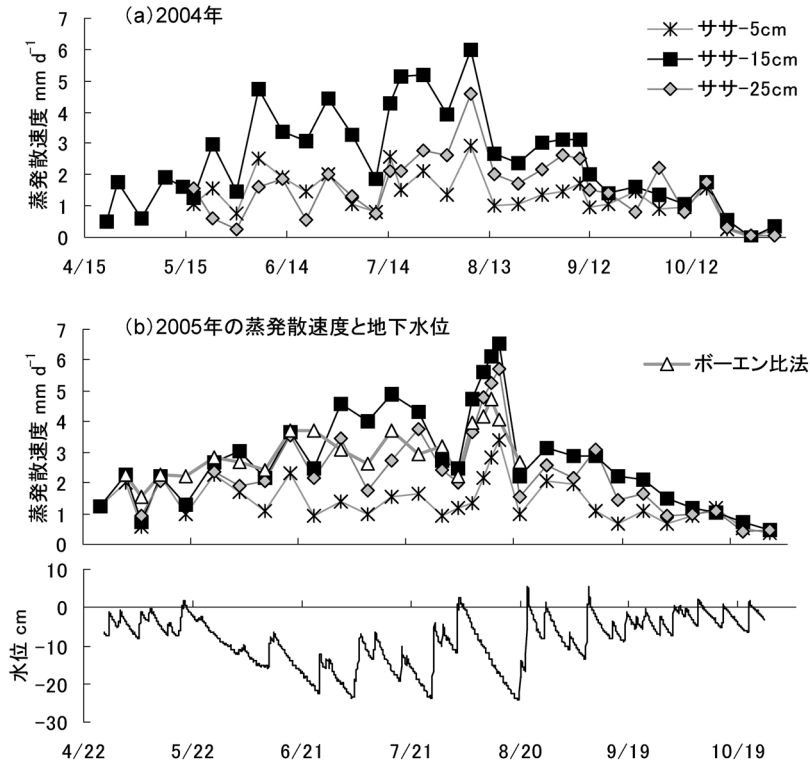


図-3 ササ群落の蒸発散速度の季節変動と地下水位
(凡例の数字はライシメータ内水位、以後同)

Fig. 3 Seasonal variations of evapotranspiration and groundwater table at the bamboo grass area.

d⁻¹であった。この期間の他の方法による蒸発散速度の平均値は、ライシメータ法の内水位-5, -15, -25 cmでそれぞれ 1.5, 3.2, 2.4 mm d⁻¹, ペンマン法では 3.5 mm d⁻¹であった。なお、ササ群落のペンマン法による蒸発散速度は、ミズゴケ群落のそれとほぼ一致した値を示し(原点を通る傾き 0.98 の直線により、決定係数 0.99 で回帰された)、ササ群落では過大評価であった。

図-3 (b) に示したササ群落の地下水位の経時変化によると、ササ群落ではボーエン比法の測定期間である 5 月 2 日～8 月 24 日の平均地下水位は -11.2 cm であった。したがって、設定三水位の中で、内水位 -15 cm のライシメータが現場の土壤水分環境を最もよく再現していたと考えられる。ライシメータとボーエン比法の蒸発散速度を比較すると、ボーエン比法は、6 月下旬から 7 月下旬にかけて内水位 -15 cm のライシメータによる測定値と内水位 -25 cm ライシメータによる測定値の間を推移した以外は、内水位 -15 cm のライシメータの測定値に近かった(図-3 (b))。6 月下旬から 7 月下旬については、図-3 (b) の地下水位変動に見られるごとく、地下

水位が -15 cm を下回る頻度が年の中でも多い期間であったことが影響したものと考えられた。よって、ライシメータ法による蒸発散速度評価は、設定水位が適切であれば群落としての蒸発散速度を評価することが出来ると考えられた。

ササ群落におけるライシメータ法では、コンテナへの移植時に地下深さ 5~10 cm を地表面と平行に張り巡らしているササの地下茎を切断する。そこで、地下茎切断の影響がササの生育を抑制し蒸散量を減少させた可能性を検討した。

表-1 に示したライシメータ法の平均蒸発散速度を 2004 年と 2005 年で比較すると、内水位 -5, -15 cm で等しい値を示した一方、内水位 -25 cm では 2004 年の方が 0.5 mm d⁻¹ 少なかった。この両年では、調査期間中の日平均気温が 2004, 2005 年でそれぞれ 16.7, 16.5°C とほぼ等しく、内水位は両年とも一定であるため、そのほかの要因も考慮する必要性はあるものの、気象条件、土壤条件に著しい違いはなかったと判断した。更に、内水位 -5 cm は移植 1, 2 年目ながら両年とも枯死したササ

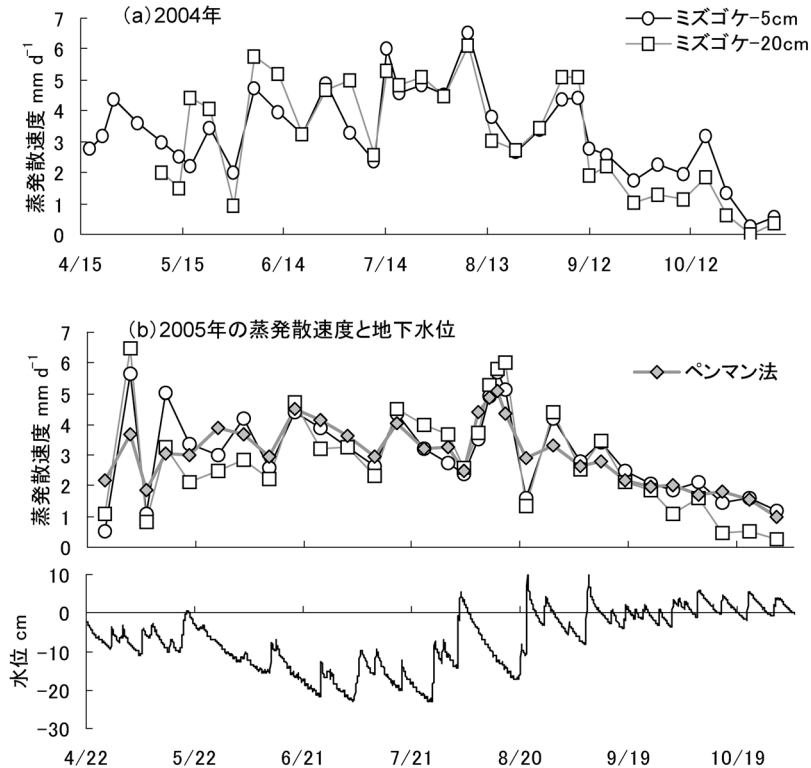


図-4 ミズゴケ群落の蒸発散速度の季節変動と地下水位

Fig. 4 Seasonal variations of evapotranspiration and groundwater table at the sphagnum area.

が多く、内水位-15cmは移植の影響が弱まるとみられる移植2, 3年目であり、この2水位の蒸発散速度が2004年と2005年でほぼ等しかったことから、内水位-5, -15cmの植生条件はこの2年で等しかったと言える。したがって、内水位-25cmでは移植1年目である2004年に移植時の地下茎切断の影響で蒸発散速度が減少したものと考えられた。また、内水位-15cmにおいても、蒸発散速度は移植1年目である2003年の方が2004年より 0.5 mm d^{-1} 少なかった。現地踏査より2003年の方がササの生育不良が見られたため地下茎切断の影響が出たと推察したが、2003年の調査期間中の日平均気温が 1.5°C 低かったことから、地下茎切断と気温の低さの両方の影響が考えられた。以上のことから、本研究では移植1年目のライシメータは、ササの地下茎切断の蒸発散に与える影響が出ると判断し、内水位-15cmは2004, 2005年、内水位-5, -25cmは2005年の値を中心に考察を進めた。

3.3.2 ミズゴケ群落におけるペンマン法による蒸発散速度との比較

図-4 (b)の地下水位変動にみるように、ペンマン法の

測定期間(2005年5月6日~11月1日)において、ミズゴケ群落の気象観測塔直近の地下水位は、平均 -7.2 cm 、最も低下したときでも -22.3 cm と概ね -20 cm より浅い位置に存在した。3.2で述べた地下水表面から地表面への水供給の視点も考慮すると、測定期間を通してミズゴケ群落の地表面は水不足に陥ることがなかったことを示している。つまり、ペンマン法による蒸発散速度評価の前提条件である、地表面が短い草丈で覆われており、かつ、地表面の水不足が生じていない、という条件をミズゴケ群落は満たしていたと考えられ、ペンマン法のミズゴケ群落への適用は妥当であったと言える。更にこのペンマン法の蒸発散速度の平均値は 2.9 mm d^{-1} であり、表-1に示すライシメータ法の値、および図-4 (b)に示した季節変動からも、両者は同程度の値で推移したことが明らかである。以上のことから、ミズゴケ群落においてもライシメータ法による蒸発散速度評価は、群落としての蒸発散速度を評価出来ると考えられた。

3.4 ササ、ミズゴケ群落における蒸発散速度の季節変動や量の相違の把握

図-5に両群落の2004, 2005年の積算蒸発散量と積算

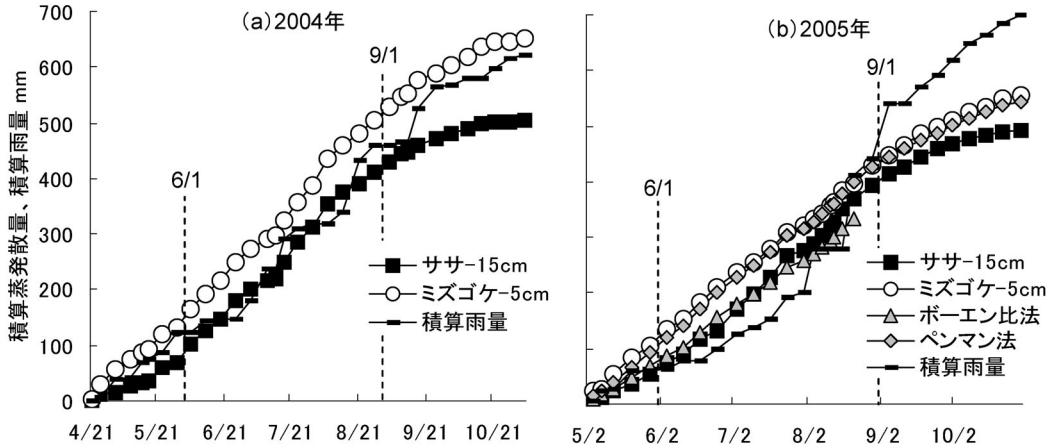


図-5 両群落の積算蒸発散量と積算雨量

Fig. 5 Cumulative amounts of evapotranspiration and rainfall at the bamboo grass area and Sphagnum area.

雨量の経時変化を示す。ここで、ボーエン比法およびペンマン法による蒸発散速度との比較の結果をもとに、ササ群落では地下茎切断の影響がないと考えられた内水位-15cm、ミズゴケ群落では内水位-5cmを、両群落を代表する水位とした。

季節変動をみると、6月以前および9月以降は、両年ともミズゴケ群落の積算蒸発散量の傾きがササ群落より大きいことから、蒸発散量はミズゴケ群落の方が多かった。一方、6月～9月の期間は、両者が同程度の値で推移、もしくは2005年のライシメータ法においては8月上旬から中旬にかけてササ群落の方が大きい値を示した。

ここで、ミズゴケ群落の蒸発散量が多い期間、すなわち測定開始から5月31日までと、9月1日から測定終了までの、両群落の期間平均蒸発散速度の差（ミズゴケ群落からササ群落を引いたもの）に着目した。この差は、2004年では4月21日～5月31日、9月1日～11月8日でそれぞれ1.5、0.8 mm d⁻¹、2005年では5月2日～5月31日、9月1日～11月1日でそれぞれ1.7、0.5 mm d⁻¹となり、両年とも6月以前の方が非常に大きな値を示した。このことは特に6月以前においてミズゴケ群落からの蒸発散量がササ群落より多いことを表し、両群落の水収支における大きな違いとなっていることが明らかとなった。

また、ライシメータ法におけるササ群落の蒸発散量がミズゴケ群落より多かった2005年の8月上旬から中旬において、内水位-15cmの各ライシメータ（S4～S6）を見ると、蒸発散速度はS4、S5がミズゴケ群落と同程

度の値であったのに対し、S6はそれより2～3 mm d⁻¹大きな値を示した。この期間が長い無降雨状態を含む高温期であったことから、S6に存在するヤチヤナギの蒸発散量が大きく増加し、内水位-15cmの積算蒸発散量をミズゴケ群落に近づける形となったと考えられた。したがって、2005年の8月上旬から中旬にかけての時期は、ヤチヤナギが蒸発散量に与える影響が強く出やすい時期であったとみられた。

11月の測定終了時点での両群落の積算蒸発散量を比較すると、ライシメータ法による評価は、両年ともミズゴケ群落の方がササ群落より多かった。これは、月が湖湿原においてミズゴケ植生の蒸発散量がササ群落を大きく上回った（木村・高橋、1992）という観測結果に一致する。また、ミズゴケ群落への侵入前線付近のササは、ササ群落のライシメータ試験の結果にも示されたように、地下水位が高いために生育が劣り蒸発散量が特に少ないと考えられることから、ミズゴケ群落への更なる侵入要因として前線付近のササが蒸発散量を増加させ地下水位の低下をもたらすという構図は考えにくいと思われた。

調査期間中の積算降雨量に対する積算蒸発散量の割合は、ササ群落で約70～80%、ミズゴケ群落で約80～100%となった。美唄湿原の水収支の流入項は降雨のみであることを考えると、ミズゴケ群落では降雨のほぼ全てが蒸発散により消費され、ササ群落では降雨の約20～30%が蒸発散以外の横浸透、縦浸透によりササ群落から流出していると考えざるを得ない。地形的にササ群落より低い位置に存在するミズゴケ群落への横浸透による流

出が考えられる(伊藤ら, 2001)ことなどから, 水収支の詳細を明らかにするためには横浸透や縦浸透の定量化が必要であろう。

4. ま と め

ミズゴケからササへの植生変化が蒸発散量を増加させる可能性や水収支に及ぼす影響を検討するため, ササ, ミズゴケ両群落にそれぞれ3水位, 2水位のライシメータを設置し, 蒸発散速度を評価した。

ライシメータ法の同一内水位における3反復の蒸発散速度を比較した結果, ササ群落では草丈の高いササやヤチヤナギの存在が蒸発散速度を大きくすることによりライシメータ間に大きな違いが見られた一方, ミズゴケ群落ではササ群落ほどライシメータ間に違いは見られなかった。

ササ群落では地下水位が蒸発散速度に与える影響が大きく, 蒸発散速度は内水位-15 cmで最も大きく内水位-25, -5 cmの順に小さくなった。この原因として, 内水位-5 cmでは地下茎の水没によるササの枯死, 内水位-25 cmでは土壌面蒸発が少ない可能性が考えられた。一方, ミズゴケ群落では内水位-5, -20 cmの蒸発散速度が同程度の値を示し, 地下水位が蒸発散速度に与える影響はほぼなかったことから, 地下水位が-20 cmまで低下しても地下水面から地表面への水供給は十分であり, ミズゴケの生育を悪化させることはないと考えられた。

湿原におけるライシメータ法による蒸発散速度評価の妥当性を検討した。ボーエン比法, およびベンマン法による蒸発散速度との比較から, ライシメータ法は設定水位が適切であれば群落としての蒸発散速度を評価することが出来ると考えられた。しかし, ササ群落の移植1年目のライシメータでは, 移植時の地下茎の切断による影響で群落の蒸発散速度を過小評価した。

年間蒸発散量はササ群落よりもミズゴケ群落の方が多く, 特に6月以前において, ミズゴケ群落の蒸発散速度

がササ群落を大きく上回っていたことが明らかとなった。したがって, 前線付近のササの蒸発散量の増加による地下水位低下が更なるササのミズゴケ群落への侵入要因となっている, という仮説は考えにくいことが示された。更にササ群落では降雨の70~80%, ミズゴケ群落では降雨の80~100%が蒸発散により消費されていると評価された。

謝 辞

本研究を実施するにあたり, 北海道農業研究センターの小見山松夫氏, 水本徹氏, 三國孝博氏には多くのご協力を頂いた。心より感謝致します。

引 用 文 献

- 伊藤純雄・駒田充生・君和田健二・栗崎弘利(2001): 地下水環境解析に基づく高層湿原植生復元・保全の試み. 北海道農業試験場研究報告, **173**: 1-36.
- 粕淵辰昭・宮地直道・神山和則・柳谷修自(1994): 美唄湿原の水環境の特徴と保全. 日本土壤肥科学雑誌, **65** (3): 326-333.
- 木村英也・高橋英紀(1992): 月が湖湿原における高層湿原とササ群落からの蒸発散量の比較. 北海道の農業気象, **44**: 19-26.
- 三浦健志・奥野林太郎(1993): ベンマン式による蒸発散位計算方法の詳細. 農業土木学会論文集, **164**: 157-163.
- 高木健太郎・坪谷太郎・井上 京・高橋英紀(1999): サロベツ湿原のササ群落とミズゴケ群落の蒸発散特性. 北方林業, **51**: 185-189.
- 高桑 純・伊藤浩司(1986): 湿原におけるササの生態的動向. 北海道大学大学院環境科学研究科邦文紀要, **2**: 47-65.
- 梅田安治・井上 京(1995): 北海道における泥炭地湿原の保全対策. 農業土木学会誌, **63** (3): 249-254.

要 旨

湿原の保全という観点から植生の変化が水収支に与える影響を明らかにすることを目的とし, 美唄湿原からの流出項で最も大きい蒸発散量を, ライシメータ法により, 侵入植生であるササ群落と原植生であるミズゴケ群落で測定した。その結果, 年間蒸発散量はササ群落よりもミズゴケ群落の方が多く, 侵入前線付近のササが蒸発散量を増加させ地下水位低下をもたらしササが更に湿原内部へ侵入するという可能性は低いと考えられた。また水位を変えたライシメータによる蒸発散速度評価の結果から, ササ群

落では水位が蒸発散速度に与える影響が大きく、ミズゴケ群落では地下水面が-20 cm まで低下してもミズゴケの生育を悪化させることはないと考えられた。更に、ササ群落でボーエン比法、ミズゴケ群落でペンマン法により、それぞれ評価した蒸発散速度との比較から、ライシメータ法は群落全体の蒸発散速度を評価できることが示された。

受稿年月日：2006年1月5日

受理年月日：2006年5月19日