



Title	2. サロベツ原野の水文学的研究（その2）：蓴菜沼の水収支
Author(s)	中尾, 欣四郎; NAKAO, Kinshiro; 徳永, 英二 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 13, 19-35
Issue Date	1965-02-25
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.13.19
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13883
Type	departmental bulletin paper
File Information	13_p19-35.pdf



2. サロベツ原野の水文学的研究 (その2)

蓴菜沼の水収支

中尾欣四郎・徳永英二・愛沢行三

(北海道大学理学部地球物理学教室)

— 昭和39年10月受理 —

I. 緒言

サロベツ原野と日本海との間の約2~3 kmの地帯は、海岸側に数列の柏の生えた長い直線状砂丘があり、その内陸側は複雑な地形の定着した砂丘、坂口¹⁾によれば馬蹄型砂丘で自生のエゾマツと広葉樹との混交林からなっている。この海岸砂丘地帯には数多くの小さな沼及び湿地があり、これらは直線状砂丘及び馬蹄型砂丘間の低地に形成されたもので、直線状砂丘の間には細長い沼を作っている。

蓴菜沼は第1図に示したように、サロベツ原野の水文学的研究(その1)で述べた自噴井戸地帯と海岸とのほぼ中間に位置しており、沼から海岸までの距離は約1.5 kmである。

調査は昭和38年8月13日~21日までの期間で、沼のそばに天幕をはり、水位、蒸発量、雨量、風速、湿度等の観測及び沼水の理化学的調査、湖盆測量を行なった。

海岸砂丘地帯における降水は浸透して、一部原野の地下水を涵養すると考えられるので、沼の水収支の解析から沼からの地下流出の有無を調べ、原野の地下水の涵養源としての沼及び湿地の性格を明らかにするのが調査の目的である。

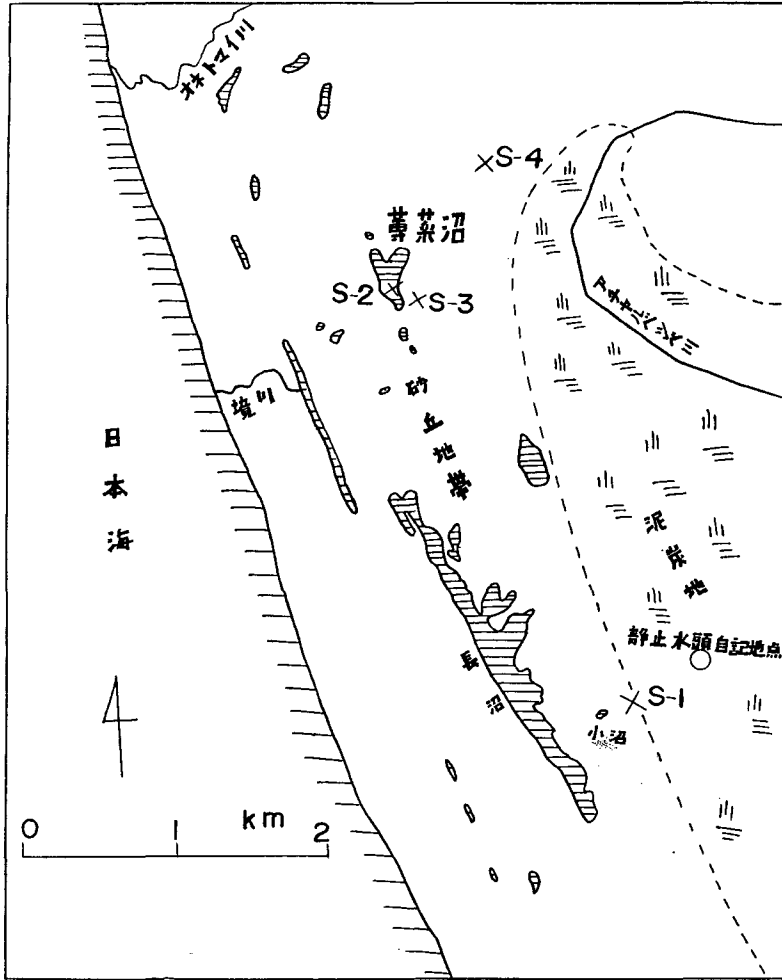
II. 沼の湖盆形状及び周囲の概況

蓴菜沼は地理調査所で昭和32年に測量した2万5千分の1地形図によれば、水深10.0 m、水面標高8 mであったが、今回の調査で沼の最大深度は3.25 mであった。沼岸線の測量でも、2万5千分の1の地形図とくらべてやや異なり、沼の中央部東の岸近くにあった小島は湿地で岸とつながり、この半島部と沼の南端との間で、東側の岸は削られ浅瀬となっていた。

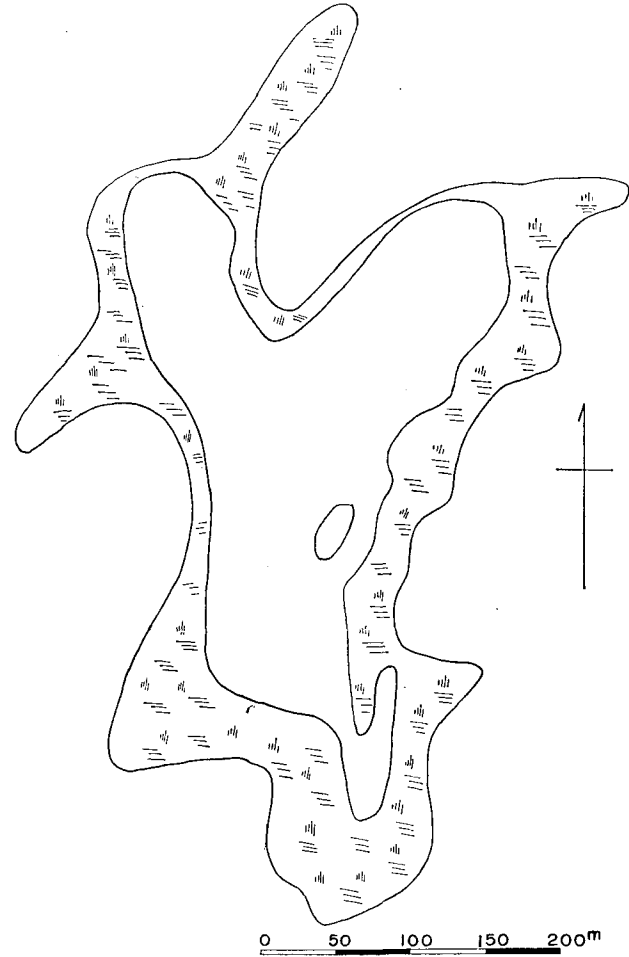
第2図は2万5千分の1地形図の沼の形状及び周囲の湿地を示した。第3図は今回測量した沼の形状である。測量は平板測量によった。距離の測定は、測点にスタッフを立てアリダードで測定した。測点は第3図に丸印で示した。大きな丸印は理化学調査の測点、小さい方は沼の形状及び水深を測るために用いた測点である。

沼の面積は $6.29 \times 10^4 \text{ m}^2$ であった。周囲の砂丘は、表層約6~10 cmが腐蝕土で、その下層

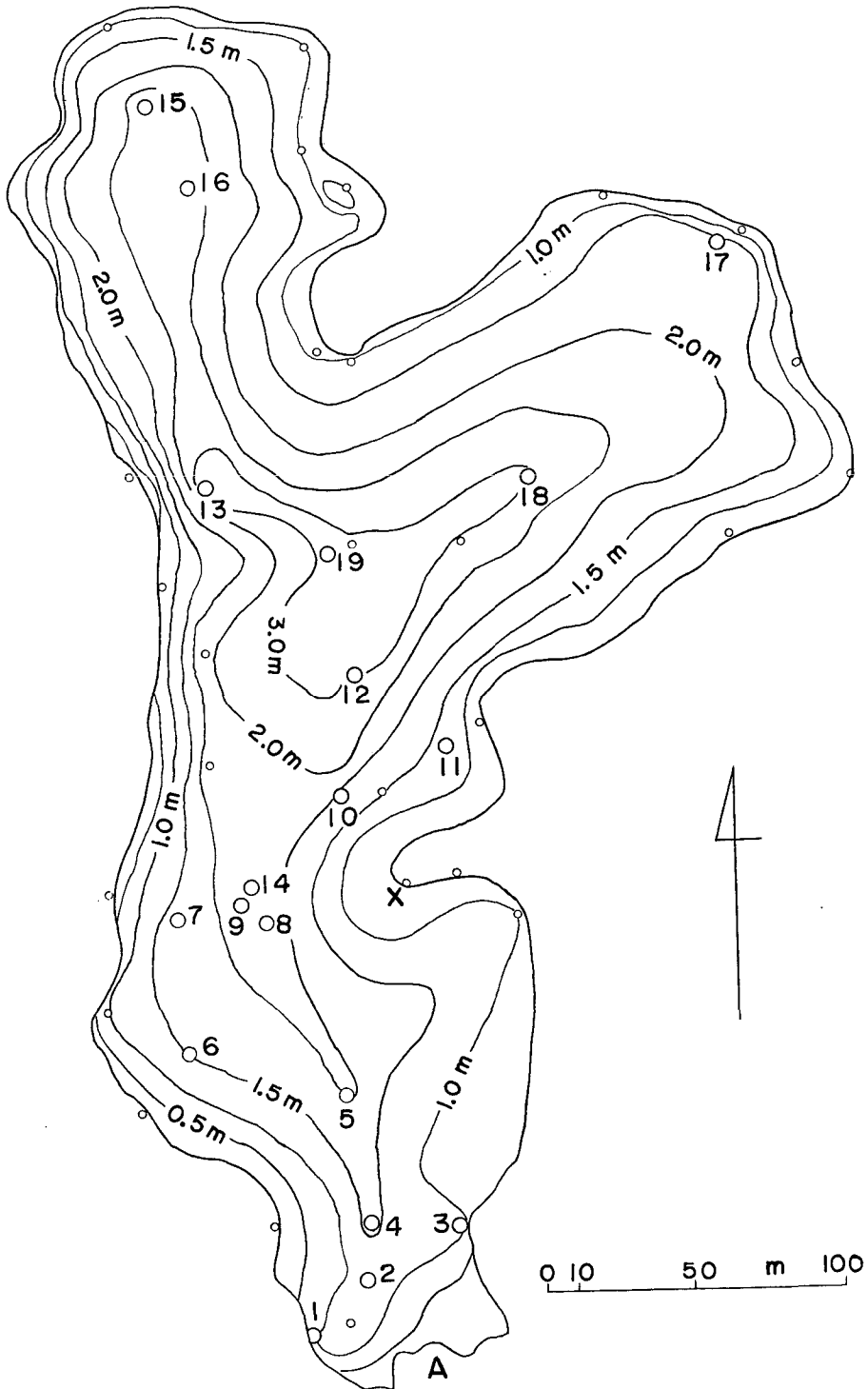
1) 坂口 豊; 天塩地方北部サロベツ原野の構造, 資源科学研究所集報, 38 (昭和30年).



第1図 葦菜沼の位置 Fig. 1. Location of Junsai swamp.



第2図 葦菜沼の形状 (2万5千分の1地形図によった)
Fig. 2. Figure of Junsai swamp in the topographical map 1/25000.



第3図 蓴菜沼の湖盆形状 (A 点は水位計, 蒸発計設置地点, ×印は砂質資料の採取地点)
Fig. 3. Configuration of the bottom of Junsai swamp. White circles in the figure are observed stations and numerals attached to those are number of station.

は細砂であった。土砂の資料 S-3 は沼の南岸後方の砂丘で、約 40 cm の深さから採取したものである。沼の底は砂丘表層の腐蝕土の流入及び沼の周囲の湿地から岸侵蝕によって供給されたもの等により、水深の深いところでは 1 m を越える厚い腐植泥を堆積し、擬底²⁾をなしている。

沼の北岸の突出部や、沼のほぼ中央の半島部などでは砂丘の基部が水中に張り出し、沼底に砂質層を露出している。

資料 S-2 は第 3 図に×印で示した、半島部の岸から沼心へ約 2 m 離れた地点で、エクマンバージーの採泥器で採取したものである。

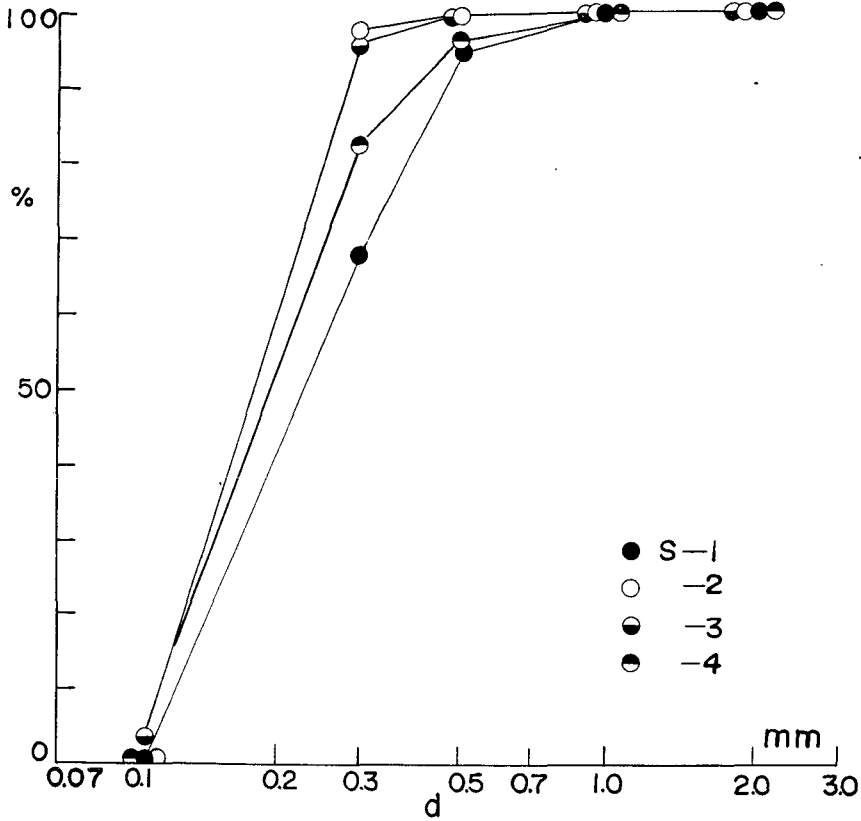
この外 S-1 及び S-4 は最も内陸側の原野に接した砂丘から採取した資料である。資料の採取地点はそれぞれ第 1 図に×印にて示した。

それぞれの資料を篩分し、粒度組成を第 1 表に、粒子加積曲線を第 4 図に示した。図中縦軸の % は、横軸に対数目盛で示した粒径以下の粒子重量が全重量に対してしめる重量百分率である。

第 1 表 砂質試料の粒度分析
Table 1. Grain size distribution.

資料番号 Sample Number	粒 径 Grain dia. (mm)	重 量 Weight (g)	累 加 重 量 Integrated Weight (g)	百 分 率 (%)
S-1	<0.105	0.594	0.594	0.5
	0.105~0.297	77.950	78.544	67.6
	0.297~0.500	31.596	110.140	94.9
	0.500~1.000	5.912	116.052	99.9
	1.000~2.000	0.067	116.119	100
S-2	<0.105	0.318	0.318	0.4
	0.105~0.297	79.171	79.489	97.8
	0.297~0.500	1.578	81.067	99.7
	0.500~1.000	0.198	81.265	99.9
	1.000~2.000	0.043	81.308	100
S-3	<0.105	2.729	2.729	3.9
	0.105~0.297	63.765	66.494	95.7
	0.297~0.500	2.874	69.368	99.9
	0.500~1.000	0.077	69.445	100
	1.000~2.000	0.000	69.445	
S-4	<0.105	0.071	0.071	0.07
	0.105~0.297	78.907	78.978	82.4
	0.297~0.500	13.054	92.032	96.0
	0.500~1.000	3.696	95.728	99.8
	1.000~2.000	0.162	95.890	100

2) 羽田良禾；泥炭地池沼の研究，II 擬底による浮島の生成，陸水学雑誌，7（昭和 12），64.



第4図 粒子加積曲線

Fig. 4. Fuller's grading graph.

4地点の資料を比較すると、沼のすぐ傍の砂丘から採取した S-3 は、やや土質寄りではあるが、沼底からの S-2 とほとんど同じ粒度組成であった、S-1、S-4 はこれにくらべてやや粗い、然し一般的にみれば、いずれも現在の海岸線の砂と同じで、50% 粒径が 0.17~0.22 mm、粒子はほぼ 0.5 mm 以下の細かい砂であった。

III. 沼水の理化学的性質

沼の水中植物は主に蓴菜で、沼の南側岸近くの水面を一面におおっていた。

透明度はセツキー円板により測定したが、沼の最大水深 3 m 25 cm でも尚明瞭に認められた。沼水の理化学調査、測量 (8月18日~20日) は2艘のゴムボートをつないで使い、一方に観測器具を積むようにした。

第3図に示した 19カ所の測点で水温、電気電導度の垂直分布の測定及び採水を表面から 50 cm ごとに行なった、19測点のうち採水したのは、No. 1, No. 2, No. 7, No. 9, No. 12, No. 14, No. 16の7測点のみである。

化学分析は O_2 、 Cl^- 、 So_4^{2-} の定量及び pH の測定を行なった。 O_2 の定量は Winkler 法に

第2-1表 観測結果

Table 2-1. Hydrographic observation of the swamp.

測月 Date	測定時刻 time (h·m)	測点 番号 St. No.	水深 Water Depth (m)	深度 Depth (m)	水温 Water Temp. (C°)	気温 Air. Temp. (C°)	電気伝導度 Electric Conductivity (Ohm ⁻¹ cm ⁻¹)	Cl ⁻ Content (mg/l)	O ² 容量 (cc/l)	O ₂ 飽和量 (%)	pH
Aug. 18	9.30 ~9.50	1	0.93	0	19.4		0.588×10 ⁻⁴	16	5.3	82	5.8
				0.5	19.5		0.588	—	—	—	—
				底	19.9		0.625	16	4.9	76	5.8
	10.15 ~11.15	2	1.32	0	20.9		0.588	16	5.7	90	5.8
				0.5	20.5		0.588	16	5.6	86	5.8
				1.0	20.5		0.588	16	5.5	87	5.8
				底	20.4		0.588	16	4.9	77	5.8
	14.04 ~14.34	7	1.75	0	19.4	16.9	0.588	17	5.8	89	5.8
				0.5	19.7		0.588	16	5.8	89	5.8
				1.0	19.7		0.588	16	6.0	93	5.8
				1.5	19.7		0.588	16	6.0	93	5.8
				底	20.0		0.667	—	—	—	—
Aug. 19	12.45 ~13.15	9	2.20	0	19.1	21.1	0.588	16	5.9	90	5.8
				0.5	19.4		0.588	16	5.9	90	5.8
				1.0	19.9		0.588	16	6.0	92	5.8
				1.5	19.9		0.588	16	6.2	96	5.8
				2.0	19.9		0.588	16	—	—	—
				底	19.9		0.667	—	—	—	—
	14.18 ~15.00	12	3.0	0	19.8	19.9	0.571	16	6.0	93	5.8
				0.5	19.9		0.571	16	6.0	93	5.8
				1.0	19.9		0.571	16	5.9	91	5.8
				1.5	19.9		0.588	16	6.0	93	5.8
				2.0	19.8		0.571	18	5.9	91	5.8
				2.5	20.1		0.556	17	5.9	93	5.8
				底	20.1		0.625	17	5.6	87	5.8
				Aug. 20	9.18 ~9.43	14	2.3	0	18.8	17.8	0.588
0.5	19.4		0.588					16	5.9	91	5.8
1.0	19.4		0.588					17	5.7	87	5.8
1.5	19.4		0.588					16	5.8	89	5.8
2.0	19.4		0.588					—	—	—	—
底	19.5		0.625					—	—	—	—
12.20 ~13.00	16	2.7	0		20.2	22.0	0.606	16	5.9	92	5.8
			0.5		20.8		0.606	16	5.7	91	5.8
			1.0		20.4		0.595	16	5.9	93	5.8
			1.5		20.5		0.606	15	4.8	75	5.8
			2.0		20.8		0.595	17	5.8	91	5.8
			2.5		20.7		0.595	—	2.1	34	5.8
			底		20.7		0.667	—	—	—	—

第2-2表 観測結果

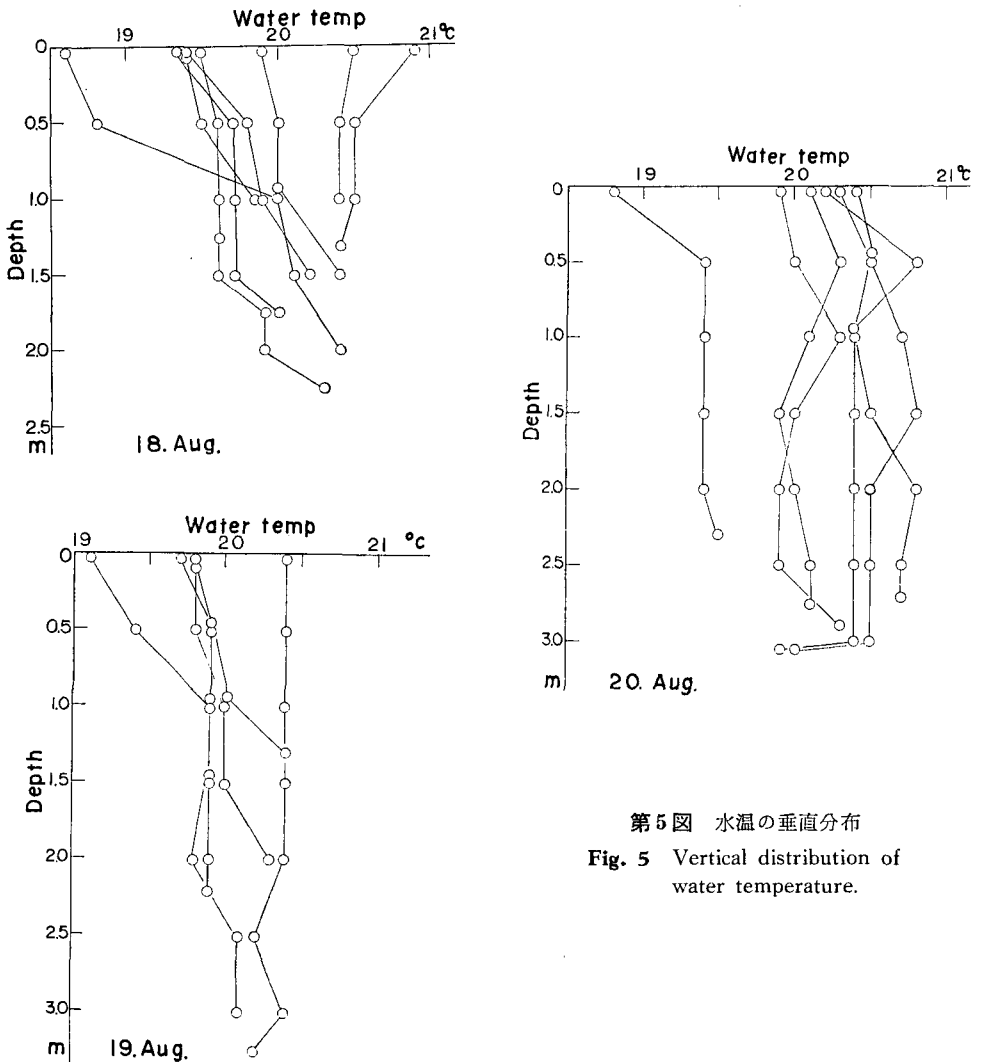
Table 2-2. Hydrographic Observation of the swamp.

測月 Date	測定時刻 time (h·m)	測点 番号 St. No.	水深 Water Depth (m)	深度 Depth (m)	水温 Water Temp. (°C)	気温 Air Temp. (°C)	測月 Date	測定時刻 time (h·m)	測点 番号 St. No.	水深 Water Depth (m)	深度 Depth (m)	水温 Water Temp. (°C)	気温 Air Temp. (°C)								
Aug. 18	11.25 ~11.43	3	1.05	0	20.5		Aug. 19	15.30 ~15.50	13	3.25	0	20.4	21.3								
				0.5	20.4						0.5	20.4									
				底	20.4						1.0	20.4									
	11.47 ~12.02	4	1.57	0	19.9	18.1					1.5	20.4		2.0	20.4	2.5	20.2	3.0	20.4	底	20.2
				0.5	20.0																
				1.0	20.0																
12.45 ~13.00	5	2.10		0	18.6	17.2	Aug. 20	12.05 ~12.18	15	2.75	0	20.1	21.7								
				0.5	18.8	0.5					20.3										
				1.0	20.0	1.0					20.1										
				1.5	20.1	1.5					19.9										
				2.0(底)	20.4	2.0					20.0	2.5		20.1	底	20.1					
13.10 ~13.20	6	1.50		0	19.4	16.9	14.40 ~14.56	17	2.90	0	19.9	20.5									
				0.5	19.8					0.5	20.0										
				1.0	19.9					1.0	20.3										
				1.5(底)	20.2					1.5	20.0										
14.50 ~14.57	8	2.25		0	19.5	16.7	15.00 ~15.12	18	3.05	0	20.3	19.9									
				0.5	19.6					0.5	20.5										
				1.0	19.6					1.0	20.7										
				1.5	19.6					1.5	20.8										
				1.75	19.9					2.0	20.5										
				2.0	19.9					2.5	20.5		底	20.0							
Aug. 19	13.35 ~13.43	10	2.40	0	19.8	21.2	15.15 ~15.23	19	3.05	0	20.4	19.9									
				0.5	19.8					0.5	20.5										
				1.0	20.0					1.0	20.4										
				1.5	20.0					1.5	20.4										
				2.0	20.3					2.0	20.4										
	底	—	2.5	20.4	3.0	20.4				底	19.9										
	13.55 ~14.00	11	1.30	0	19.7	24.1				2.0	20.4		2.5	20.4	3.0	20.4	底	19.9			

より現地で行ない、pH は比色法、 Cl^- 、 So_4^{2-} の分析は、それぞれ Mohr 法、比色法によった。19 測点の測定、分析の結果は第 2 表にまとめて示した。

水温はサーミスターで測定した、サーミスターの感温部 (約 1 mm 径の注射針型) は電気電導測定用の電極と束ねて使用した。このように浅い沼では、水温の垂直的差異は小さく、観測期間中の底水温と表面水温との差は $1^{\circ}C$ を越えなかった。底水温は感温部を底まで沈めて測定したもので、擬底をなす腐植泥の表面温度を示している。

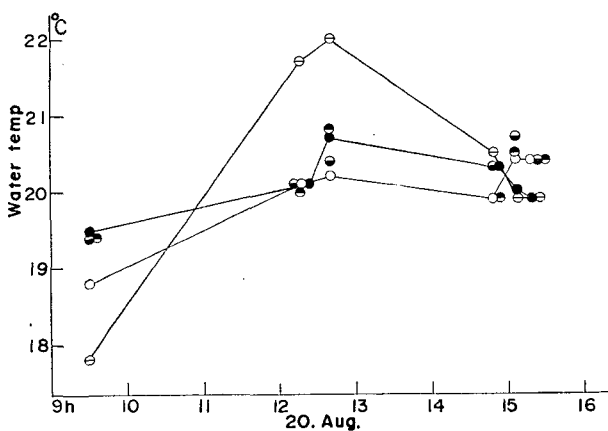
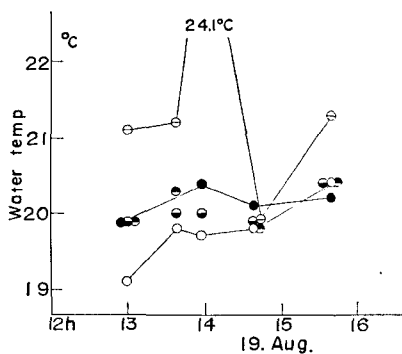
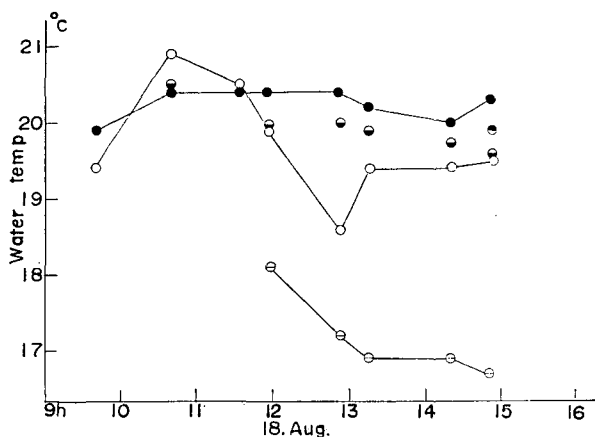
第 5 図に 3 日間 (8 月 18 日~20 日) で測定した各測点の水温の垂直分布を図示したが、No. 2, No. 13, No. 18, No. 19 を除いて、いずれも表面水温よりも底水温の方が、やや高い水温を示していた。



第 5 図 水温の垂直分布
Fig. 5 Vertical distribution of water temperature.

そこで、気温及び各層の水温の時間変化をみるために、水温の水平的な差異はほとんどないと考え、異なった時刻に測定した各測点の水温で沼の水温の時間変化を表わし、第6図に、表面水温、1 m 水温、底水温及び気温(ボート上でサーミスター温度計にて測定)を示した。尚流入、流出口をもたないこのような小沼では、水温の場所的な差異はほとんどないと考えられる。

第6図によると、水温は表面水温、1 m 深水温、底水温と水深を増すにつれて水温が高い傾向がみられる。これは水温にくらべて気温の高い、8月18日、19日の測定でも同様の結果であった。厚い腐植泥の層は大きな熱容量を持つことが考えられ、このような一見奇異に思える水温の垂直分布は、気温の影響が位相がずれて現われているとも考えられる。然し気温と底水温の時間変化をみると、ほとんど時間のずれなくよく一致している。又例外的に底水温が表面水温より低い4測点(No. 2, No. 13, No. 18, No. 19)の中で蓴菜が水面を覆っている測点 No. 2 以外の3測点は、いずれも19測点中最も深く(第5図)、水深3 m 以上であった。これらの点を考えれば、蓴菜沼のように、浅くしかも透明度の大きな沼では、日射が直接黒褐色の腐植泥層を温め、底水温が表面水温より高くなったとも考えられる。



第6図 水温の時間変化 (⊖, 気温. ○, 表面水温. ●, 1 m 水温. ●, 底泥の温度)

Fig. 6 Change in water temperature (⊖, air temp. ○, surface. ●, 1 m depth. ●, bottom).

化学成分は、第2表に示したごとく、 O_2 、 Cl^- 、pH、電気電導度のいずれについても、深さによる差異はほとんどなかった。

第3表に沼水の平均した理化学的性質を示した。 Cl^- 、 SO_4^{2-} は原野の河水 (Cl^- 18 mg/ℓ, SO_4^{2-} 10 mg/ℓ) とほぼ同様な含有量であった。

第3表 沼水の理化学的性質

Table 3. Physical or chemical nature of water in the swamp.

透明度 Trans- parency	電気電導度 Electric Conductivity ($Ohm^{-1} \cdot cm^{-1}$)	Cl^- Content (mg/ℓ)	SO_4^{2-} Content (mg/ℓ)	O_2 容存量 (cc/ℓ)	O_2 飽和度 (%)	pH
3 m 以上	0.588×10^{-4}	16	6	5.6	87	5.8

IV. 沼の水収支

沼の周囲にある砂丘の斜面は沼に向って急傾斜をなしており、沼の南方で測定した砂丘の傾斜は約 27° であった。砂丘と沼の岸との間は葦の生えた湿地となっている。

この地帯の海岸砂丘の間にある多くの沼と同様に、この沼は流入或いは流出する河がなく砂丘で囲まれた閉塞沼である。従って、沼の水収支は、降水、蒸発、地下水流出、地下水流入によって成立っている。

測定ごとで、水収支の式は、 Δh を沼水位の変化高とすれば、

$$\Delta h = \Delta R - \Delta E + \Delta h^* \quad (1)$$

ΔE ; 蒸発量

ΔR ; 降水量

Δh^* ; 地下水流出、流入による沼水位の変化高

となる。

水収支の測定は、8月16日から21日のわずか5日間の短期間であるので、沼水位の変動は微小である。このため水位、雨量、蒸発量の測定には高い精度が必要である。

沼及び蒸発計 (Pan) の水位測定には、リヤウシ湖の調査³⁾ で用いた水位計によった。これはダイヤルゲージを応用した電気式水面測定器で、水位は 1/100 mm の精度まで測定した。

沼の水位を測定した場所 (第3図 A 点) は沼の南岸の湿地で、沼岸から 1 m 離れたところに、約 1 m 深の穴を掘り沼水を導水路で導いた。穴には直径 16 cm の円筒をさし込み、この上に水位計を取り付けた。然し場所が湿地で、水位測定中に円筒が動くことのないように、約 2 m の太い丸太を 2 本打ち込み、円筒を完全に固定した。又水位計に近づくとき、穴の周りの水が押し出され、水面が変動しないよう、足場を作り充分注意して測定した。

蒸発計は水位計のすぐそばに設置した。用いた Pan は直径 50 cm、深さ 15 cm、鉄製で灰

3) 福富孝治・藤木忠美・須川 明・中尾欣四郎・和田昭夫・小林大二・北原義章; リヤウシ湖および附近地下水の地球物理学的調査, 北大地球物理学研究報告, 12 (昭和 39), 137.

色に塗装した。Pan 中の水温を沼水の水温と同じにするため、絶えず沼と水の連絡があるようにした小さな池を湿地に掘り、ここに Pan を浮かべ、Pan 中の水位を測定した。測定期間中を通じて、Pan 中の水は水深 6.3~7.1 cm であった。

観測期間中は 2 m/sec 程度の風速で、風向は水位測定地に対して吹きよせる方向の北よりの風であった。ところで水位は 1/100 mm まで測定しているため、当然吹き寄せによる平均水位からの水位上昇を考慮する必要がある。風による岸近くの水位上昇は EKMAN 等によれば^{4),5)},

$$4S \approx \frac{3}{4} \frac{\eta \rho_a L}{\rho g d} W^2 \quad (2)$$

但し $4S$; 平均水位からの上昇高
 W ; 風速
 ρ_a ; 空気の密度
 ρ ; 水の密度
 η ; 水面の粗度に関する係数
 g ; 重力加速度
 L ; 沼の長さ
 d ; 沼の平均水深

であった。

風による吹き寄せの影響を調べるために、観測期間中で定時観測とは別に、沼の水位及び風速、風向を 1 分間おきに連続観測した。この観測は 16 日 14 時 22 分~14 時 51 分、16 日 18 時 03 分~18 時 13 分及び 17 日 9 時 02 分~9 時 30 分に行なった。又ほとんど無風状態のときの、21 日 7 時 11 分~7 時 36 分に、1 分おきに水位を測定したが、静振は認められないようである。

第 7-1, 7-2, 7-3 図に連続観測の水位、風速 (1 分間の平均風速)、風向を図示した。但し水位は観測期間中の最低水位 (21 日 7 時 25 分) を 0 とした相対的な水位である。

第 7 図をみると、風速と水位とは 1 分以内の時間的なずれがあるときもあるが、水位の変動は風速によく比例している。風による吹き寄せは (2) 式を用いて計算すれば、

$$\frac{3}{4} \frac{\eta \rho_a L}{\rho g d} = 1 \times 10^{-5} \text{ (cm}^{-1} \text{ sec}^2)$$

としたとき、第 7 図に示したごとく、計算値 (白丸) と実測値 (黒丸) とは比較的良好に一致した。

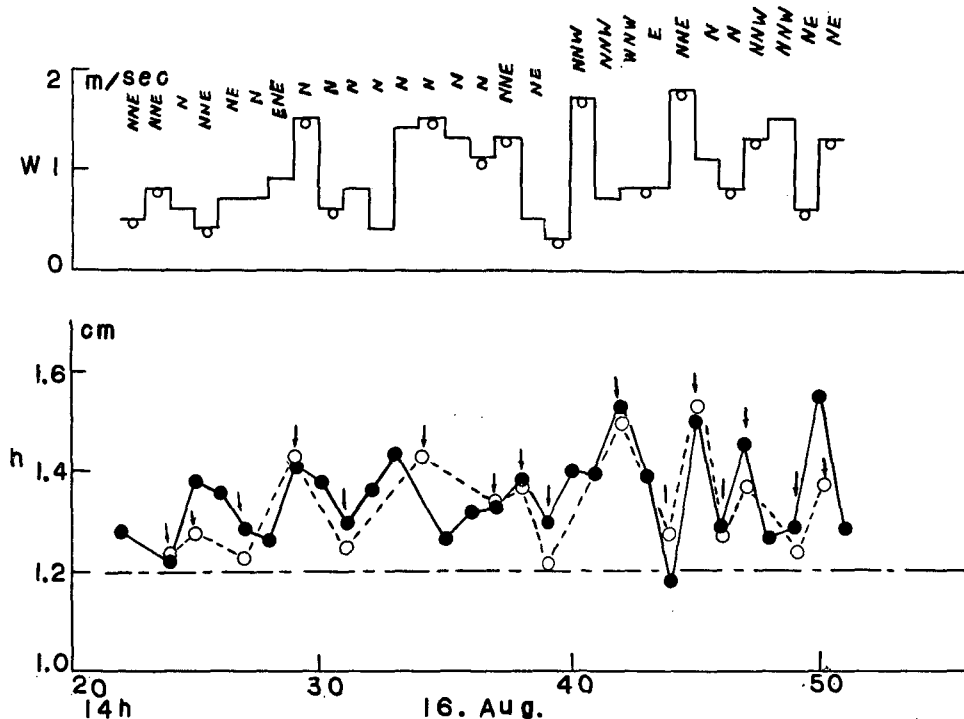
第 7 図中で横軸に平行な鎖線は、沼の平均水位 ($4S=0$) を示している。

ところで、 $\rho_a=0.0012$ (1 気圧, 20°C), $\rho=1.00$, $g=980 \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-2}$, $d=200 \text{ cm}$, $L=40000 \text{ cm}$ で、 $\eta=5.4 \times 10^{-2}$ となる。

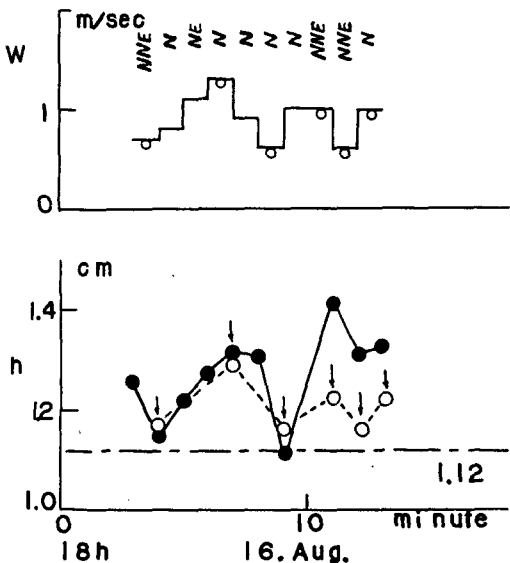
第 4 表に 8 月 16 日 10 時から 8 月 21 日の 10 時までの定時に観測した水位、蒸発量、風速、

4) G. E. HUTCHINSON; A Treatise on Limnology, Vol. I, John Wiley & Sons (1957), 280.

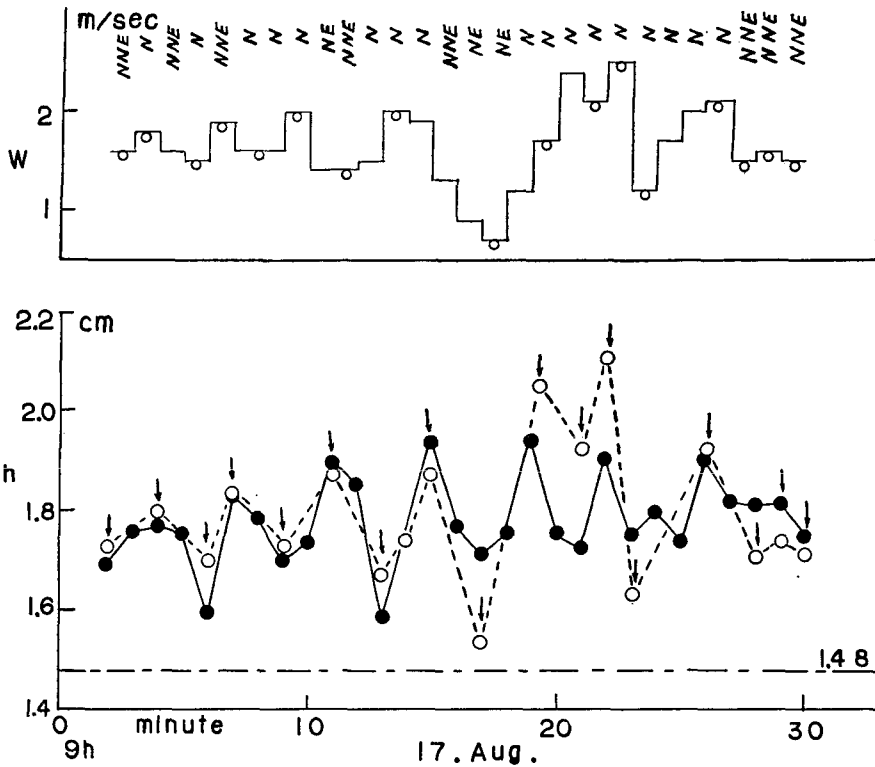
5) 前掲 3)



第7-1図 8月16日14時22分~14時51分における風速, 風向と沼水位の変化及び吹き寄せによる平均水位からの計算による上昇高
 Fig. 7-1. Changes of wind velocity, wind direction, observed water level (●) and Calculated water level of the swamp during 14h22m~14h51m, Aug. 16, 1963. Chain line indicates mean water level of swamp.



第7-2図 8月16日18時03分~18時13分
 Fig. 7-2. 18h03m~18h13m, Aug. 16, 1963.



第7-3図 8月17日9時02分~9時30分
 Fig. 7-3. 9h02m~9h30m, Aug. 17, 1963.

風向, 相対湿度, 湖岸水温等を表示した。

尚風速, 風向は水位測定点のすぐそば, 地上約1.5 mの高さで測った。又湿度の測定は砂丘上で行なった。

第4表に示した ΔS (cm) は, 連続観測から求めた, $\Delta S = 1 \times 10^{-5} W^2$ (W cm/sec) を用いて出した, 吹き寄せによる平均水位からの上昇高である。従って沼の平均水位は $h' = h - \Delta S$ となる。 h' の欄で括弧で示した数値は, 連続観測から直接求めた平均水位 (第7図の鎖線) である。又 $\Delta R - \Delta E$ の欄で+の符号のときは雨量が蒸発量を上まわったことになる。尚観測期間中で降雨があったのは $\Delta R - \Delta E$ が+になったときだけであった。

第8図に h' 及び蒸発計水位 (但し蒸発計水位は測定期間中の最低水位である16日12時22分の水位を0とした水位である) の時間変化をそれぞれ図示した。 h' の値は吹き寄せの補正誤差もあり, 短時間でかなり変動するので, 第8図に示した h' の平均線について, Δt を1日にとり, (1)式より $\Delta h^*/\Delta t$ を計算した。 Δt の間で, h' の平均水位を第8図から求め, \bar{h} として示した。 $\Delta h^*/\Delta t$ の値は, どの期間をみても (-) となり, 沼からの地下水流出のあることを示している。

沼の周囲は砂丘で, 第9図に示した様な自由水面の地下水流出を想定することができる。

第 4 表 A 地点における沼水位、蒸発計水位変化と風速の観測

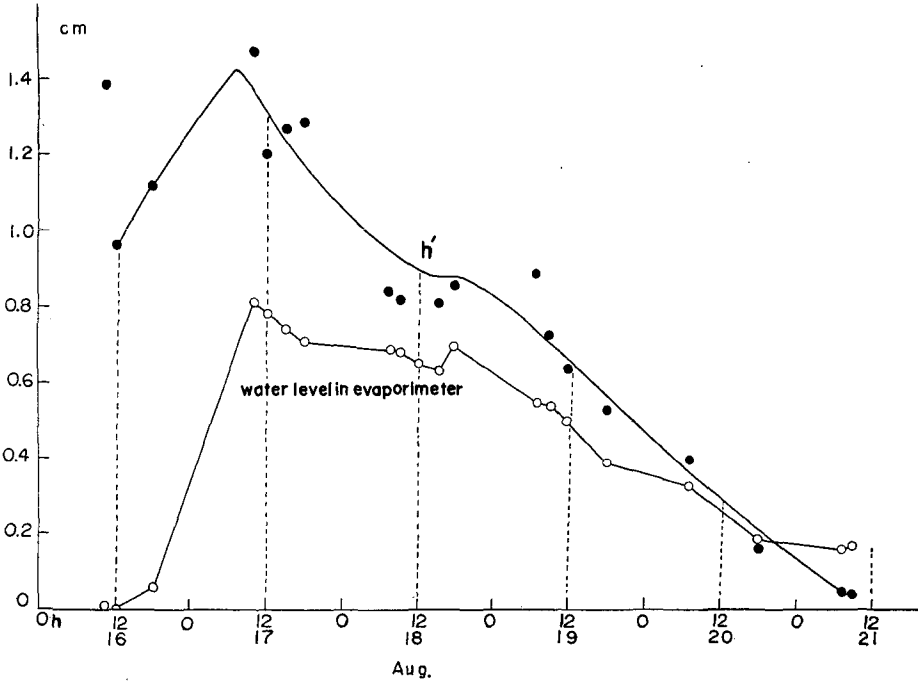
Table 4. Observation of change of water level in the swamp or evaporimeter and of wind velocity.

日 時 Time (h·m)	沼の水位 Water level in the swamp h (cm)	吹き寄せによ る水位上昇高 Up water level by effect of wind ΔS (cm)	平均水位 Mean water level $h' = h - \Delta S$ (cm)	蒸発計水位 Water level in evapori- meter (cm)	蒸 発 量 Evaporation $\Delta R - \Delta E$ (cm)	通風乾湿計示度 Assman hygrometer		相対湿度 Relative humidity (%)	風 速 Wind vel. W (m/sec)	風 向 Wind dir.
						乾 球 Dry bulb (°C)	湿 球 Wet bulb (°C)			
Aug. 16, 10.26	1.414	0.04	1.37	0.012		16.2	16.2	100	0.6	NNW
12.22	1.081	0.12	0.96	0	-0.012	18.2	16.7	86	1.1	NNW
18.22	1.271		(1.12)	0.061	+0.061	15.2	14.6	94	0.9	N
17, 10.03	1.778		(1.48)	0.805	+0.744	15.6	14.8	92	1.7	N
12.10	1.488	0.29	1.20	0.776	-0.029	16.6	15.2	86	1.7	N
15.17	1.438	0.17	1.27	0.740	-0.036	16.6	14.9	84	1.3	N
18.13	1.291	0.01	1.29	0.706	-0.034	15.2	14.5	93	0.3	NNE
18, 7.14	1.130	0.29	0.84	0.691	-0.015	14.8	13.8	90	1.7	N
9.12	1.118	0.23	0.89	0.684	-0.007	15.9	14.6	87	1.5	N
12.14	1.051	0.40	0.65	0.660	-0.024	15.3	14.1	88	2.0	NE
15.37	1.014	0.20	0.81	0.627	-0.033	15.1	13.9	88	1.4	N
18.09	0.919	0.06	0.86	0.701	+0.074	14.0	13.2	92	0.8	NNE
19, 7.16	0.949	0.06	0.89	0.553	-0.148	15.1	14.4	93	0.8	N
9.17	0.814	0.08	0.73	0.543	-0.010	16.8	15.1	84	0.9	NNE
11.59	0.676	0.04	0.64	0.501	-0.042	18.4	15.3	76	0.6	N
18.16	0.573	0.04	0.53	0.394	-0.107	14.8	13.6	88	0.6	NNE
20, 7.14	0.412	0.01	0.40	0.334	-0.060	14.8	14.0	92	0.3	NNE
18.15	0.220	0.06	0.16	0.186	-0.148	15.1	14.4	93	0.8	N
21, 7.31	0.045	0.00	0.05	0.157	-0.029	14.3	14.1	98	0	
9.49	0.092	0.06	0.04	0.167	+0.010	16.8	16.1	93	0.8	NNE

第9図で砂丘内を流れる流量を $x-y$ 断面に垂直な単位幅について q とする, 点線は地下水水面を表わす, DUPUIT-FORCHHEIMER の準一様流の仮定が成り立つとすれば, q は,

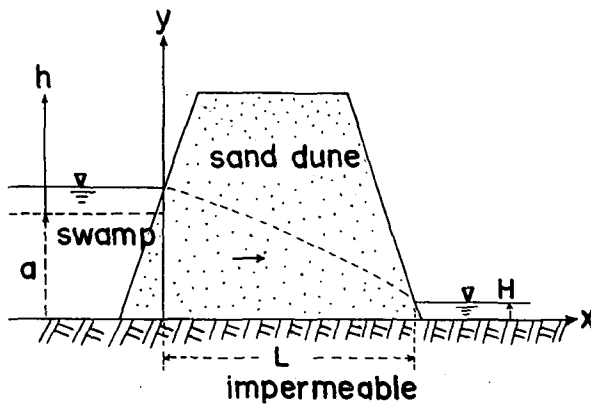
$$q = -ky \frac{dy}{dx} \quad (3)$$

となり,



第8図 葦菜沼水位 (h') 及び蒸発計水位の時間変化

Fig. 8. Change of water level in the swamp and the evaporimeter.



第9図 沼からの流出

Fig. 9. Discharged flow from the swamp to unconfined aquifer.

$$\begin{cases} x = 0, & y = h+a \\ x = L, & y = H \end{cases}$$

の境界条件を置いて、(3)式を解き、 q を求めると、

$$q = \frac{k\{(h+a)^2 - H^2\}}{2L} \quad (4)$$

但し k ; 透水係数

a ; 基盤から沼水位測定基準までの高さ

ところで、沼のいずれの方向にも単位幅に、 q 流出するとすれば、

$$q = -\frac{A}{P} \frac{dh^*}{dt} \quad (5)$$

但し A ; 沼の表面積

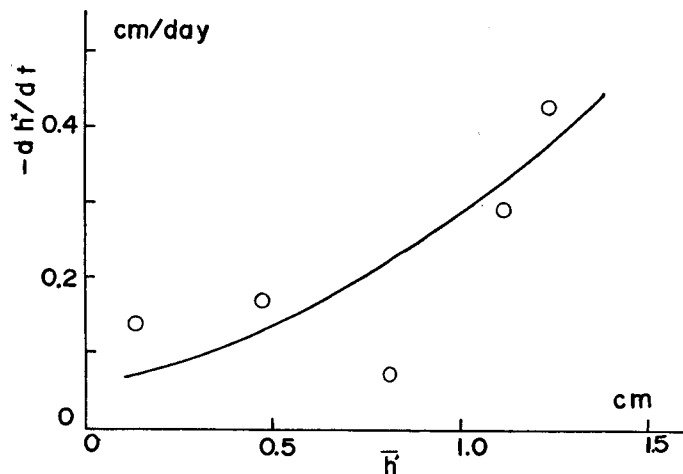
P ; 沼岸線の長さ

となる。(4)と(5)式から、

$$-\frac{dh^*}{dt} = \alpha h^2 + \beta h + \gamma \quad (6)$$

$$\text{但し } \begin{cases} \alpha = \frac{Pk}{2LA} \\ \beta = 2a\alpha \\ \gamma = (a^2 - H^2)\alpha \end{cases}$$

となる。ここで沼の面積にくらべて、非常に大きな流出面を考えれば、観測期間中では H の値を常数と考えられる。



第10図 専業沼における、地下流出による、水位低下速度 $-dh^*/dt$ と平均水位 \bar{h} との関係

Fig. 10. Relation between velocity of fall of water level and daily mean height of water level in the Junsai swamp.

$-dh^*/dt$, \bar{h}' を, 第 10 図に示した。これによれば, $-dh^*/dt$ と \bar{h}' との関係は, ほぼ (6) 式の二次曲線となる。従って沼からの地下水流出は, 第 9 図に模式的に示したような自由水面地下水流出である。この地帯の砂丘の間には沼の外に多くの湿地があり, 原野に続く砂丘間の湿地からは小川をなして, 原野に注いでいるところもある。沼水は順次湿地を涵養しながら原野に流出していると考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり, 福富教授並びに藤木助教授に御指導, 御助言をいただいた。又調査にあたり, 色々お世話になった開発局サロベツ総合開発調査事務所, 押野知行所長, 木村清一技官に厚く感謝致します。

尚この研究の費用の一部は昭和 38 年度文部省科学研究費によった。

2. Hydrological Study in the Sarobetsu Peat Land (Part 2) Water Balance at Junsai Swamp

By Kinshiro NAKAO, Eiji TOKUNAGA and Kozo AIZAWA
(Department of Geophysics, Faculty of Science Hokkaido University)

Junsai swamp is located in the region of sand dune between the Japan sea and Sarobetsu peat land as shown in Fig. 1. The small swamp surrounded by the sand dunes has not the channel of inflow or outflow and is 3.25 m in depth, $629 \times 10^2 \text{ m}^2$ in area.

Water of the swamp is 16 mg/l in Cl^- content and is 6 mg/l in So_4^{2-} content as same as the water of river in peat land (Table 3).

It is pointed out that the water of swamp discharges through the sand dune to swampy land, because the relation between the outflow from Junsai swamp and height of water level of the swamp is shown by quadratic equation as the result of water balance analysis (Fig. 9, Fig. 10).