

釧路湿原の土壤動物について

特に高層湿原（ミズゴケ中）のトビムシ相の定量的研究

須 摩 靖 彦^{*}

On the Quantitative Studies of Soil Animals in the Kushiro Moor
— On the Collembolan Populations in the High Moor (*Sphagnum* zone) —

Yasuhiko Suma

1. はじめに

釧路湿原は、北海道東部北緯42° 59'、東経144° 24'付近に位置し、人口21万の釧路市の背後に広がる日本に残された最大の湿原である。右手をひろげた形の本湿原は、東西17km、南北36kmを数え、一般に総面積29,084haあるとされ、東・西・北部の三方は、海拔50～140mの丘陵地・段丘にかこまれ、残り南部は砂丘をへだって平滑な海岸線で太平洋に面している。湿原の高度は、海拔2～10mと低い。湿原域に雪裡川・幌呂川・久著呂川・チルワツナイ川・大島川など大小河川が西から東へ、あるいは北から南へと網目状に蛇行し、東部の丘陵地ぞいに南下する釧路川に合流して太平洋へ注いでいる。本湿原は、低層湿原から高層湿原まで発達している大沖積地である。ここは、特別天然記念物のタンチョウをはじめ、氷河時代の遺存種であるキタサンショウウオ（釧路市天然記念物指定）・エゾカオジロトンボ（標茶町文化財指定）などの生息地として知られている。このような湿原を生み出した要因は、気候をはじめ地形・生物・水系部（滞水性）などの諸条件が長い間に有機的にからみあった結果である。しかし、この湿原も開発により“非湿原化”しつつある。河川改修・放水路・排水溝の掘削、農耕地・牧草地・工場宅地用地や道路の造成、湿原周囲（丘陵地）の樹林伐採と草地化等である。現在、5,011 haが国の天然記念物に指定されている。

この調査は、釧路湿原がこのような開発かそれとも自然保護かで大揺れに揺れているなかで行なわれたものである。1972年（昭和47年）～1974年（昭和49年）の期間は、釧路市立郷土博物館が行なった「釧路湿原総合調査」の一環として、その後の1975年（昭和50年）～1977年（昭和52年）は、独自に調査研究したものである。尚、この調査研究に対して、昭和51年度（1976年）・昭和52年度（1977年）の2年間文部省『科学研究費補助金（奨励研究(B)）』の補助を受けた。又、本論文をまとめるにあたり、内田一（宮城県泉市）、斎藤和夫・千葉滋男（弘前大学）、田村浩志（茨城大学）の諸氏に有意義な御



図1 釧路湿原と調査地(○印調査地)

指導・御助言を賜った。大西純氏（釧路刑務所）には共に調査研究をするなかであらゆる面に御援助を受けた。銘記して深く感謝の意を表したい。

2. 調査地の概要

釧路の気候は、気温が年平均5.5℃、温量指数46.9m.d.と日本のどこよりも冷涼である。日照時間の不足も釧路の春・夏期の特徴であり、これは、霧日数が1年間に平均116日（釧路地方气象台調べ）という数値に示される。このことから釧路は、冷涼多湿な気候であり、これが釧路湿原の動植物に大きい影響を考えていることは間違いない。年降水量が1,112mmであることは、北海道の平均的なものであるが、季節的には5月から10月にかけて雨量が多く、冬期は降雪が少ないという表日本型となっている。湿原の自然環境の変化の一部は、降水量と河川水位の変動にあらわれるといわれる。釧路川下流の岩保木水門での水位測定についての釧路開発建設部の報告によると、図2となる。それによると冬期の湯水低水位が上昇するのは4月の融雪期からであり、それに降水量が加わり4・5月に釧路川の水位は最大となる。夏期の低水位は、7・8月の低い降水量とはっきり対応する。9・10月に再び降水量の増加により水位は上昇する。11月からは降水量

^{*}北海道釧路北陽高等学校

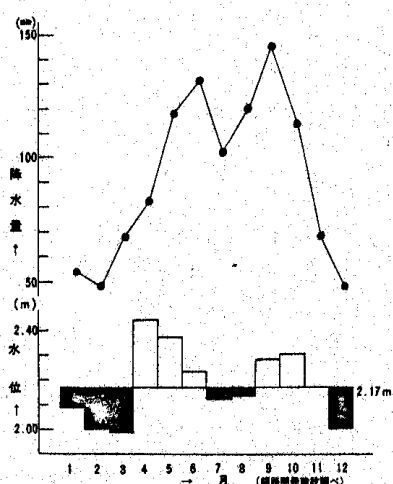


図2 釧路川水位の月別変化 岩保木
(1960～1973年統計)

るかについては、同じ地点で辻井・安田の水位調査の報告がある。高層湿原の地下水位の変動は、その周囲の低層湿原・河川に比べて小さく、上下変動は約10cmで、降水・融雪時には小刻みの水位変動があると報告している。著者は高層湿原（ミズゴケ中）の含水量について調査したので後半で述べる。

調査地は、阿寒郡鶴居村温根内の赤沼と旧釧路一鶴居道道とに挟まれる湿原域で、この付近では最も高層湿原の発達しているところである。ミズゴケを中心とした高位泥炭の厚さは、この地点で約3mに及ぶ。植生は、ミズゴケを中心として他にエゾイソツツジ・ツルコケモモ・ガンコウラン・ヒメシヤクナゲ・スゲ類・スギゴケ類も加わっている。付近には池塘も見られ、池塘内にはコタヌキモ・ヤチスゲ類が見られる。

3. 調査方法

ミズゴケを主体とする調査地の高層湿原は、ミズゴケ層－泥炭層－泥・砂礫層となっており、落葉・落枝は供給されることはなく、ミズゴケ層自身が成長し、泥炭を作っている。このことから普通の土壌とは、全く違っており、表面から地下20cmまでのところはミズゴケ層である。又、20～30cm以下は、常時水位面以下にあり動物（昆虫）相は貧弱になっているため、水位面以上の成長しているミズゴケ層を調査の対象とした。

通常、森林・草原土壌では、横5cm×縦4cm×深さ5cmのステンレス板の升箱（サンプラー）を土壌に打ち込んで資料とする。しかし、湿原のミズゴケの場合、このサンプラーを用いるとミズゴケの形が崩れ採集出来ない。そのため鋸を使用し、ミズゴケを引き切り、ブロック状に切断する方法を用いた。資料は、サンプラーの大きさでは小さいためミズゴケが崩れてしまうので、横10cm×

の減少に対応して水位も漸低する。岩保木水門での最大と最低の最大水位差は、86cm、平均水位差は45cmである。この釧路川の水位変動が本報の調査地である高層湿原にどのような影響する

縦10cm×深さ20cmのブロック状に5ヶ所無作為に採集し、各々表面より5cmずつ切断し、0～5cm層、5～10cm層、10～15cm層、15～20cm層と4つに分け、各々ポリ袋に入れ持ち帰った。合計20個のミズゴケ資料は、同じ条件で同時に抽出した。

抽出装置は、径15cmの中型の Tullgren 装置（2mmの金網目・40W電球・光源と資料の距離20cm）で48時間照射し乾燥抽出した。尚、後に述べる含水量の測定のため、乾燥抽出前後に重量を測定した。抽出・落下した虫は、100%のイソプロピルアルコール液で固定・保存した。その後、虫の分類、個体数の算定のため、集合プレパレート法（芝方式のプレパレート）によってプレパレートを作った。封入剤には、ホイヤー氏液（ガムクロラル液）を用いた。トビムシの分類・個体数の算定は、双眼実体顕微鏡（10～40倍）で検鏡し、疑わしい個体は生物顕微鏡（100～600倍）のもとで確認した。

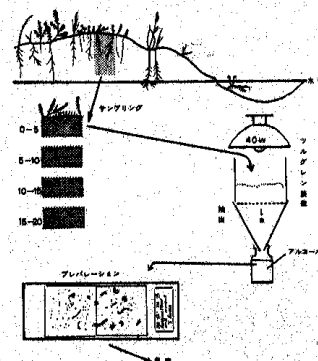


図3 ミズゴケの定量的調査
(大西原図 1977)

尚、トビムシ個体数の季節変動調査のためにミズゴケの採集は、1975年～1977年の3年間、冬期間を除き、4月～11月まで月に一回行なった。一回の採集には、5ヶ所無作為に選びミズゴケを採り資料とした。

4. 高層湿原（ミズゴケ中）の含水量と温度

本調査では、高層湿原（ミズゴケ）の含水量も同時に測定した。毎回採集したミズゴケ（横10cm×縦10cm×深さ5cm）は、全て乾燥前と乾燥後に重量を測定して含水量を求めた。その結果、含水量は多く、80%～90%で平均86%であった。草原・森林土壌が30～50%あることに比較すると非常に高い。ミズゴケ植物体内の水分も含まれることからこのような高い含水量と考えられる。又、深度による含水量は、0～5cm層では85%でそこから徐々に増え15～20cm層では88%になっている。含水量の季節的変動は、図4である。横軸は3年間のその月の測定日順にし、縦軸は含水量（%）とした。この図から、4・5・6月と徐々に増加するが、7・8月になると含水量が減少し、9・10月になると再び増加し、11月には減少となり冬期に入り凍結する。これは、前述の釧路の降水量と釧路川（岩保木水門）の水位変化とおおよそ

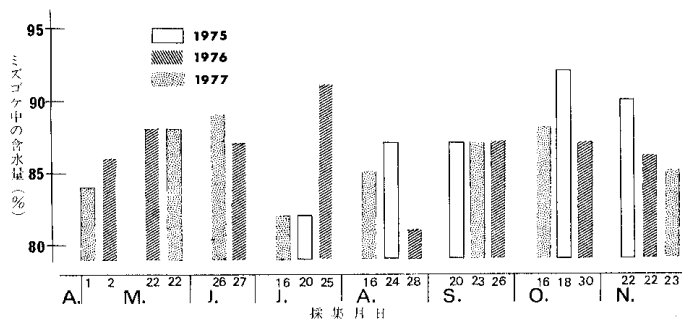


図4 高層湿原（ミズゴケ中）の含水量

符合する。辻井・安田^{3),4)}の水位変化の調査結果にもみられるように、5・6月の含水量の増加は融雪と降水量の増加から、9・10月の増加は降水量の増加による²⁾と考えられる。

高層湿原（ミズゴケ中）の温度は、大西の調査によると外気温（地上より10cm）、ミズゴケ中5cm、同10cm、同20cmと測定した結果、下層につれ2～3℃の温度幅で徐々に降下している。上層の方は、測定時の天候の状態に大きく左右されるが、ミズゴケ中10cmと20cmの温度は、その時期の平均的ミズゴケの温度と見てよいであろう。その結果によると、ミズゴケ中20cmでは5月まで0℃以下、その後はひと月ごとに約5℃ずつ上昇し、9月に最高の20℃になる。その後は徐々に降下し、11月中旬では0℃になり凍結する。気温の上昇時は、太陽熱を直接受けるミズゴケの上層部は急速に温度が上昇し、そのため上層部と下層部の間の温度幅が大きい。下降時は、上層部が外気温を直接受けるため早く温度が下がるが、下層部ではあまり変化がない。そのため10月では上層部と下層部の間の温度幅が小さくなり、11月ではそれが逆転して上層部が低温となる。凍結状態は11月下旬より始まり翌年4月まで完全に凍結する。場所によっては、6月上旬まで部分的に凍結していることがある。

5. 調査結果

a) トビムシ相の季節変動

トビムシの個体数変動を、1975年4月より1977年11月の3年間（冬期間を除く）を通して見たのが表1と図5である。図5は横軸に、採集年月をとり、縦軸は1㎡に換算したトビムシの総個体数（10⁴/㎡）で5ヶ所の平均値である。

1975年の個体数季節変動は、4月は2.0×10⁴個体/㎡で、5・6月は1.3×10⁴個体/㎡と減少するが、7月は3.9×10⁴個体/㎡と増加する。8月は3.2×10⁴個体/㎡と減少するが、9月は4.2×10⁴個体/㎡と再び増加し、この年の最大個体数となる。10・11月は3.3×10⁴個体/㎡に減少する。1975年、年間の平均個体数は、2.8×10⁴

個体/㎡であった。

1976年には、4月2.5×10⁴個体/㎡で、5月は1.7×10⁴個体/㎡に減少し、6月には4.5×10⁴個体/㎡に増加するが、7・8月に3.0×10⁴個体/㎡と減少する。9・10月には再び増加して5.0×10⁴個体/㎡になり、この年の最大個体数となる。11月は、3.5×10⁴個体/㎡に減少する。1976年の年間の平均個体数は、3.5×10⁴個体/㎡であった。

1977年は、4月が4.5×10⁴個体/㎡で、5・6月には3.1×10⁴個体/㎡に減少する。7月は、6.3×10⁴個体/㎡に増加、8月には5.3×10⁴個体/㎡に減少する。9・10月は再び増加し、7.0×10⁴個体/㎡となり、この年の最大個体数になる。11月は、6.0×10⁴個体/㎡に減少する。年間の平均個体数は、5.2×10⁴個体/㎡であった。

この3年間を通して個体数増減変動を見ると増加の“山”が2つある。1975年は、7月と9月、1976年は、6月と10月、1977年は、7月と10月である。又、減少する“谷”は同様に2つある、1975年は5月と8月、1976年は5月と8月、1977年は6月と8月である。2つの“山”のうち後半が高く、2つの“谷”は前半が深いのが

表1 高層湿原（ミズゴケ中）のトビムシ個体数/㎡

採集年月日	ミズゴケの深度	ミズゴケの深度				合計 0 ~ 20cm
	0 ~ 5 cm層	5 ~ 10 cm層	10 ~ 15 cm層	15 ~ 20 cm層		
1975	IV 20	13,360	3,780	1,660	840	19,640
	V 24	6,667	4,200	1,233	900	13,000
	VI 15	6,533	4,200	2,133	1,167	14,033
	VII 20	7,333	19,367	7,767	4,267	38,734
	VIII 24	13,733	12,133	4,233	1,867	31,966
	IX 20	17,067	16,500	7,333	1,533	42,433
	X 18	18,670	11,267	2,067	933	32,937
	XI 22	7,133	18,767	4,533	3,567	34,000
1975	平均	11,312	11,277	3,870	1,884	28,343
1976	V 2	15,067	4,767	3,733	1,033	24,600
	V 23	8,100	6,600	1,833	633	17,166
	VI 27	24,867	13,300	4,833	2,433	45,433
	VII 25	18,667	9,133	3,433	1,567	32,800
	VIII 28	12,133	9,000	6,400	2,533	30,066
	IX 26	24,833	13,200	4,567	1,267	43,867
	X 31	12,933	22,933	10,633	3,700	50,199
	XI 22	13,433	13,733	5,133	2,700	34,999
1976	平均	16,254	11,583	5,071	1,983	34,891
1977	V 1	21,700	12,733	7,867	2,700	45,000
	V 22	18,500	9,733	3,433	1,733	33,399
	VI 26	16,900	8,400	4,133	1,300	30,733
	VII 16	24,733	18,400	12,667	7,633	63,433
	VIII 16	18,400	21,167	9,167	4,733	53,467
	IX 23	31,167	22,700	7,167	1,400	62,434
	X 16	31,300	29,400	7,400	2,033	70,133
	XI 23	11,600	31,733	8,200	8,900	60,433
1977	平均	21,788	19,283	7,505	3,804	52,379

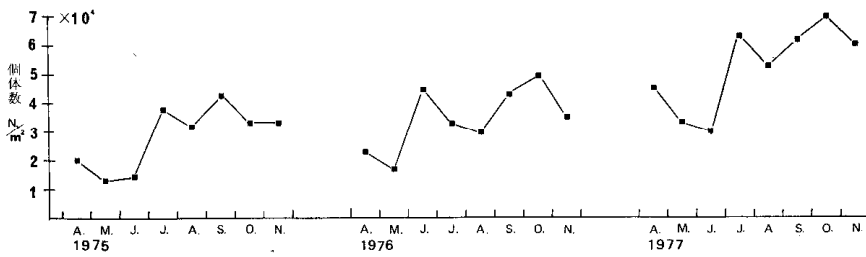


図5 高層湿原(ミズゴケ中)におけるトビムシ個体数の季節変動

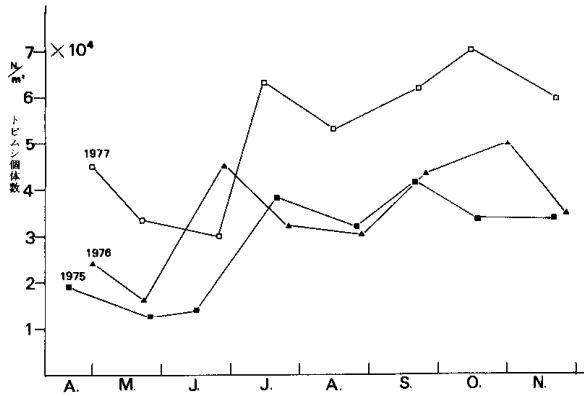


図6 高層湿原(ミズゴケ中)におけるトビムシ個体数の季節変動(採集日を中心とした)

3年間の特徴である。

そこで、3年間の個体数変動をひとつのグラフにして

みた。それが図6である。横軸を採集月日、縦軸を個体数($10^4 / \text{m}^2$)とした。このグラフから1977年が1975年・1976年に比べて全体的に個体数が多いことがわかる。

3年間の個体数の季節変動を見ると前半の“山”は7月上旬に、後半の山は10月中旬である。深い“

谷”は5月下旬に、浅い“谷”は8月下旬にある。各々の“山”・“谷”共に1ヶ月前後のズレがあるが、このズレはその年の気温・降水量・湿原の水位の影響、採集日の状況の違いによるものであろう。

b) 深度によるトビムシの分布状態

図7は、縦軸に深度0～5cm層、5～10cm層、10～15cm層、15～20cm層と4つに分けてあり、上から1975年、1976年、1977年となり、一番下は、3年間の平均である。横軸には、左側より4月から11月まで、そして各月のトビムシの1m²に換算した個体数($10^4 / \text{m}^2$)である。右端は、4月～11月、各層におけるトビムシの平均個体数($10^4 / \text{m}^2$)である。各層の分布状態は、0～5cm層には43%、5～10cm層に36%、10～15cm層に14%、15～20cm層に7%となっている。これによりミズゴケ中では、0

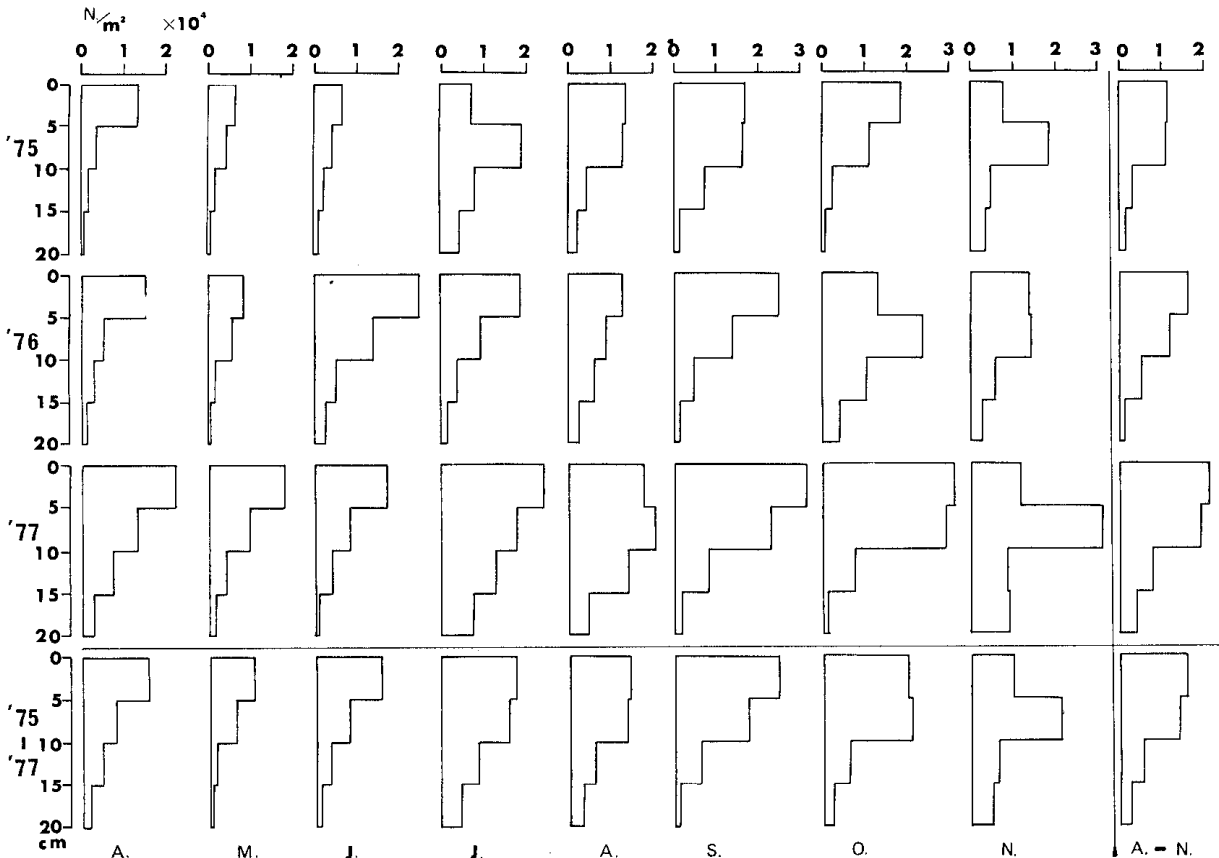


図7 高層湿原(ミズゴケ中)におけるトビムシの深度分布とその季節変動

～10cmまでに全体の80%を占め、トビムシの大部分が10cmまでに生息していることになる。

トビムシの深度における季節変動を見ると、4月～6月までは、0～5cm層に比較的多いが、7・8月には、5～10cm層にも多くなっている。9月は、再び0～5cm層に集中するが、10月になると又5～10cm層にも多くなる。11月は5～10cm層に集中し、全体の50%を占め、0～5cm層の2倍になっている。トビムシの深度における季節変動は、ミズゴケの水位と大いに関連し、それに気温が加わっていると思われる。

6. 考 察

1) トビムシ群集の個体数

トビムシ群集の個体数は、少ない時で1975年5月の 1.3×10^4 個体/m²、多い時で1977年10月の 7.0×10^4 個体/m²を数え、平均個体数は、1975年は 2.8×10^4 個体/m²、1976年は、 3.5×10^4 個体/m²、1977年は 5.2×10^4 個体/m²となっている。釧路湿原の高層湿原（ミズゴケ中）におけるトビムシ群集の個体数は、1m²に約4万個体が生息していることになる。予想以上であった。通常、森林土壌のトビムシ群集は、20～40種の構成で $10^4 \sim 10^5$ 個体/m²である。Nijima (1971)⁶⁾の東京浅川の森林土壌によると、 $3.5 \sim 9.5 \times 10^4$ 個体/m²である。田村 (1971)⁷⁾の志賀山の森林土壌によると、 $3.1 \sim 4.1 \times 10^4$ 個体/m²である。Tanaka (1970)⁸⁾の九州の草原土壌での調査によると、 $1.5 \sim 5.0 \times 10^4$ 個体/m²を得ている。このように他の地方と比較してみると、高層湿原（ミズゴケ中）のトビムシ個体数は決して少なくない。

釧路の気温は、年平均が5.5℃と日本のどこの地方よりも寒い。月平均の最高が8月の18.1℃、最低が1月の-6.9℃である。冬は比較的雪が少なく、湿原は吹きさらしになるため、湿原の凍結は深くまで進み、生息する虫類は逃げだすことも、潜ることも出来ず、一緒に長い間（12月～4月）凍結を余儀なくされている。又、低温はそれだけトビムシの成長を抑えることにもなる。一方、夏の間は融雪、降雨により湿原の水位が安定せず、絶えず水位が変動しているため、生息虫類も水位と同様に上下移動を余儀なくされているであろう。このような環境条件であるからトビムシの繁殖は、著しく妨げられているはずである。しかし、森林・草原土壌のトビムシと比較すると、個体数には大差がない。これは何が原因であろうか。トビムシの生息する空間が普通の土壌よりミズゴケの方が孔隙（間隙）が広い（深い）こと、釧路湿原の環境条件の厳しさが逆にトビムシを餌にしている天敵（第2次消費者）の繁殖を抑えていること、等が考えら

れる。

2) トビムシ群集の季節変動

トビムシ群集の1年間の季節変動を見ると、個体数の多い時期、すなわち“山”が3年間の調査で平均すると7月上旬と10月中旬の二つあった。その二つの“山”も10月中旬の方が大きい“山”である。“谷”についても5月下旬と8月下旬にあり、“2山2谷型”である。しかし、8月下旬の“谷”が浅いため“1山1谷型”に近い“2山2谷型”を示めている。

Fujikawa (1970)⁹⁾の、北海道野幌の調査によると、トビムシの“山”は晩春と初冬の二回あると報告している。Tanaka (1970)⁸⁾の九州の草地では“山”が5～7月と11月～2月に、“谷”が4・5月と8・9月にそれぞれに二つの“山”と二つの“谷”を報告している。Nijima (1971)⁶⁾は、東京浅川において“山”が3月・8月・11月と“3山型”を報告している。この3地域の報告を比較すると釧路湿原は北海道野幌に近い。これは両地域のもつ気候条件からの共通性であろう。年平均気温が九州熊本は15.9℃、東京は15.0℃、北海道札幌は7.8℃、釧路は5.5℃であり、温量指数は九州熊本が140m.d.、東京が120m.d.、札幌が67.8m.d.、釧路が46.9m.d.である。このことからみて、釧路はトビムシの成長・繁殖する期間が狭められ、そのため“2山型”といっても二つの“山”が互いに近ずき8月下旬の“谷”が浅くなり、“1山1谷型”に近い“2山2谷型”を示しているのであろう。

3) 深度によるトビムシの分布状態

深度によるトビムシの分布を見ると、0～5cmに43%、5～10cm層に36%と両層を合わせると実に全体の80%を占めるが、特に5～10cm層に多い。森林土壌の報告と比較すると、Nijima (1971)⁶⁾の東京浅川の調査では、0～5cm層のところに65.4%、5～10cm層には20.1%、10～20cm層に14.5%となっている。田村 (1971)⁷⁾の志賀山の報告によると7～9月の時期で0～5cm層に82～89%、10月でも77%と報告している。Tamura (1969)¹⁰⁾は、北海道日高の調査でも全く同じ結果であったと報告している。これらの報告から森林土壌では、トビムシの分布状態は、0～5cm層に全体の65～90%が集中していることになる。これに対して釧路湿原の高層湿原（ミズゴケ中）では、トビムシが比較的深いところまで生息していることになる。

この理由としては、森林・草原土壌に比較するとミズゴケの方が間隙（孔隙）が多いことが考えられる。これはトビムシの生活空間が広く、深くまで存在することを意味する。それと同時に、間隙が多いことは酸素の供給

をも可能としている。さらにミズゴケ自身が酸素を排出していること、ミズゴケ自体がトビムシの餌となりうる有機物であることがトビムシの生息に有利と考えられる。森林・草原土壌は、深くなるにつれ間隙（孔隙）が少なくなり、又、有機物含量も少なくなる。この違いが釧路湿原と森林・草原土壌ではトビムシの深度による分布状態が異なる主な理由であろう。

4) 深度における季節変動

釧路湿原のミズゴケは間隙があり、深くまでトビムシの生息を可能にしているが、水位（含水量）条件による影響も考えなければならない。

融雪や降水による水位変動が大きいという湿原の生息環境の特長からトビムシの季節的な変動を考えて見る。

4～6月までトビムシが0～5cm層に比較的集中するのは、この時期に湿原の水位が融雪と降水により高い（ミズゴケ中の含水量が多い）ためであり、7・8月になると5～10cm層にも多くなるのは、湿原の水位が下がる（ミズゴケ中の含水量が少ない）ことと、直射日光によりミズゴケの表面が多少乾燥気味になるためであろう。9月は再び0～5cm層に集中するが、これは、この時期に降水量が多くなり水位が上昇（ミズゴケ中の含水量が多い）することによる。10・11月になると5～10cm層のトビムシが、0～5cm層と同じ量か、それより多くなっている。田村は気温の低下が起きるとトビムシは下層に移動すると述べているが、釧路湿原も10月に入ると最低気温が5℃以下になり、前述したようにミズゴケ中の気温も逆転して上層より下層が高くなっている。このことからトビムシは気温の低下とともに下層の方に徐々に移動し、以後冬期に入ると5～10cm層に生息する割合が増大して行くものと推察される。

7. まとめ

釧路湿原の高層湿原（ミズゴケ）において1975年～1977年の3年間、4月から11月まで毎月1回定量的に資料（ミズゴケ）を採集し、ツルグレン装置で抽出した。

1) 高層湿原（ミズゴケ中）の含水量は、80～90%であり、平均86%であった。含水量の季節変動は、釧路川の水位の様に大きくないが、5・6月と9・10月の2回の含水量の増加があり、釧路川の水位や融雪・降水量に多少関連性があった。

2) トビムシの個体数は、最高が 7.0×10^4 個体/m²（1977年10月）、最低が 1.3×10^4 個体/m²（1975年5月）であり、3年間で平均すると約 4.0×10^4 個体/m²であった。

3) トビムシ群集の季節変動は、7月上旬と10月中旬に“山”があった。“谷”は、5月下旬と8月下旬であ

った。8月下旬の“谷”が浅いため、“1山1谷型”に近い“2山2谷型”を示した。

4) 深度による分布状態は、0～5cm層に43%、5～10cm層に36%、両層（0～10cm）を合わせると全体の約80%であった。特に5～10cm層については、他の土壌に比較して類をみないほどトビムシが多いのが特長であった。

5) 深度における季節変動は、4～6月には0～5cm層に比較的多く、7・8月は5～10cm層にも多くなり、9月に再び0～5cm層に集中する。10月になると5～10cm層にも多くなり、11月になると5～10cm層に集中するという季節変動を見せた。これは高層湿原の水位と気温に関連する。

引用参考文献

- 1) 釧路湿原総合調査団（1975）：釧路湿原総合調査報告書、釧路市立郷土博物館
- 2) 釧路湿原総合調査団（1977）：「釧路湿原」、釧路叢書第18巻、釧路市
- 3) 辻井達一・梅田安治（1975）：湿原の植物と水、自然 1975年4月号
- 4) 辻井達一・梅田安治（1975）：泥炭地の植生と地下水位、北海道
- 5) 青木淳一（1973）：土壤動物学、北隆館
- 6) Nijima, K. (1971): Seasonal changes in collembolan populations in a warm temperate forest of Japan. *Pedobiologia*, Bd. 11, S. 11–26
- 7) 田村浩志（1971）：志賀山 IBP 特別研究地域のトビムシ類の構造、北沢右三（編）亜寒帯および温帯林生態系の生物生産力、昭和45年度研究報告（JIBP-PT）
- 8) Tanaka, M. (1970): The bio-economics on the populations of *Isotoma trispinata* (Collembola) and *Onychiurus* sp. (Collembola) in a grassfield. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 2: 51–120.
- 9) Fujikawa, T. (1970): Distribution of soil animals in three forests of Northern Hokkaido. *Ent. Zool.*, 5: 208–212.
- 10) Tamura, H., et al. (1969): An ecological survey of soil fauna in Hidaka-Monbetsu, southern Hokkaido. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. 4 (Zool.)*, 17: 17–57.
- 11) 渡辺弘之（編）（1973）：土壤動物の生態と観察、築地書館
- 12) 東京天文台（編）（1976）：理科年表、丸善株式会社