

北海道南東部の根釧台地における陸棲貧毛類の分布に 影響を及ぼす要因の探索

Investigation of the Distribution Affecting Factors for the Terrestrial Oligochaeta in the Konsen-Plateau, South-Eastern Hokkaido

上 平 幸 好

Yukiyoshi KAMIHIRA

要 旨

北海道本島における陸棲貧毛類の種類相と分布の調査を行い、その概略を地形学的大区分に基づき地域別に4報告を先に発表しているが、道南東部では根釧台地に設けた各調査地での出現種数は特に少ない印象を受けた。本研究は同台地での調査地点当りの平均出現種数の多寡を、統計分析により客観的に確認すること、また、その要因の探索を目的としてなされた。同台地の気象と土壌の特徴的な要因を探索した結果、出現種数の少なさと気温ないし日照時間の各累積値とは相関があるようなので、スピアマンの順位相関係数検定を行った。観察地区の数が少ないため帰無仮説を判定するまでに至らなかったが、検定過程で高い相関係数(rs)のある3つ要因候補を見つけた。各要因候補は単独で強い影響を及ぼしていることはないことが確かめられ、また各要因候補との関連は否定されるものでもないことが示唆された。特異な気象と特殊な火山性土壌のもとにある根釧台地の本動物群の分布は、複合的要因により規定されているようであった。

キーワード： 陸棲貧毛類、北海道南東部、根釧台地、分布の規定要因

1. はじめに

北海道南東部とは、千島弧の外弧とエゾ弧の東側との間にある地形的特徴より、同本島を大分割し設定された地方の呼称である¹⁾。千島弧外弧を特徴づける根釧台地と釧路湿原に代表される低湿地、その西に高まる白糠丘陵、さらに西の日高山脈、それらにある構造盆地性の十勝平野を包含する地域を指す¹⁻³⁾(図1)。先に著者は同地域で陸棲貧毛類の種類相と分布の調査を行い報告しているが⁴⁾、根釧台地(約5,000 km², 日本最大)における各調査地の出現種数は少ないとの印象を受けた。その要因を探るため、収集している資料を整理し統計分析を行った。分析では先ず、同台地に設定した各地点での出現種数が、他の道南東部の各地点における出現種数とは、統計的検定による違いが認められるかを調べ、次に、同台地の気象と土壌の特性を文献等で把握して、出現種数の多寡の要因になり得るような候補を複数見出した。

2. 調査地の概況

道南西部を除いた北海道本島のほぼ全域は、亜寒帯(冷帯)湿潤気候に位置づけられており、地形や海流の影響によって、その気候区は4細分化が可能である^{5,6)}。研究対象とした道南東部では、冬季に北海道の脊梁をなす石狩山地と日高山脈を越えた季節風は、湿りを失って小雪をもたらす(積雪30~50 cm)、特に十勝・釧路では少なく寒冷なため、凍結深は70~80 cmに達する。また夏季には、釧路と根室の海岸地区での海霧と冷涼な気象が特徴的で、気温は低く日照時間も短い⁷⁾。

植生は、大雪山系と知床半島では亜寒帯および亜高山帯針葉樹林であるが⁸⁾、丘陵と台地は亜寒帯林とも冷温帯林とも異なり、汎広帯混交林帯とされる植物区に位置づけされる地区(特殊な移行帯、タテワキア)の1部をなす針広混交林である⁹⁻¹¹⁾。

土壌は日高山脈と白糠丘陵では大部分が褐色森林土で、十勝平野と根釧台地そして日高地区の沿

岸部は黒ボク土で覆われており、また日高山脈東側代わって側の裾野と白糠丘陵の南西部では火山放出物未熟土が、そして十勝川・釧路川・西別川の流域を中心とした河口域付近では沖積土がそれぞれ覆っている¹²⁻¹⁷⁾。



図1. 北海道南東部の地形と陸棲貧毛類の調査地点(●)

現地調査は2015年と2017年に、陸棲貧毛類の成体を採集できる8月下旬から10月中旬までの期間に計58地点で行った(図1)。各調査地点では、同類が生息していそうな荒地・林地・草地・畑地などを対象として手鋸を用いて採集を行い、現地で10%ホルマリンの液浸標本を作成後に研究室で観察した。種の同定には畑井・大淵・山口・石塚・南谷・伊藤の論文等を参考とし、調査地点の土壌型の判定は、農研機構・日本土壌インベントリーの詳細な図を参照した¹⁷⁾。陸棲貧毛類の分布に影響を及ぼす要因の探索には、Statcel 4 のアドインソフトを用い¹⁸⁾、池田が薦めるノンパラメトリック検定群の中から、マン・ホイットニーのU検定とスピアマンの順位相関係数検定で判定した^{19,20)}。また

判定に必要なデータは、先に著者が報告した小論の付表にある資料を用いた⁴⁾。

4. 結果と考察

1) 各地区の平均出現種数とその多寡の判定

フトミミズ科は Sims and Easton の分類研究以降、14属に分割されており、このうち日本には6属が分布する²¹⁾。北海道には *Amyntas* 属の20種が分布しており⁴⁾、根釧台地で採集されたのは、フトミミズ科の *A. acinctus*・*A. agrestes*・*A. hilgendorfi*・*A. tokioensis* (= *A. irregularis*)・*A. phaselus*・*A. vittatus*・*A. yunoshimensis* の7種と、シベリア経由でサハリン方面から進入したと考えられるツリミミズ科の *Aporrectodea rosea*・*Ap. trapezoides*・*Dendrodriilus rubidus*・*Dendrobeana octaedra*・*Eisenia japonica* の5種で計12種である。この種数は道南東部全域で知られている種数(17種)より5種少ない⁴⁾。

道南東部の東地区を占める根釧台地に設けた各調査地点の出現種数と、同じく南東部にある他の各地点の出現種数とは、序言で指摘したような差異が実際にあるのか、その確認のため比較を行った結果、同台地に設けた15地点における平均出現種数は 3.3 ± 0.4 種で、他の南東部43地点での平均出現種数は 4.4 ± 0.3 種であった。マン・ホイットニーのU検定により双方の差異を判定したところ、同順位補正P値は0.029となり、危険率5% ($p = 0.05$) よりも小さいことが明らかになった。したがって、根釧台地の内部に設けた各調査地点を包含する地区と、その外部の地区での平均出現種数には統計的な有意差のあることが示された。そこで、以下では、差異が生じた要因を探索した。

2) 根釧台地の気象の特徴

根釧台地のある根室・釧路地方の気象の特徴を、最寄りの気象台の情報より転記する²²⁾。6月から7月にはオホーツク海高気圧の位置によっては、北から寒気を引き込むので肌寒く、曇りや小雨・霧

雨の日が多い。また7月から8月には太平洋高気圧の張り出しで、南から暖かく湿った空気が冷たい千島海流（親潮，寒流）に冷やされ、海霧が発生して同地方に流れ込む。このため日照時間は短い。夏の平均日照時間は根室では377.5時間、釧路で363.3時間であり²²⁾、東京（449.8時間）より北にある札幌（516.2時間）と比較すると約30%も短い。また、気温の低い冷涼な気象条件下にあって、根室の年間最高気温を示す8月の気温は15~21℃、釧路は16~21℃であり²²⁾、東京（23.9~31.8℃）より北にある札幌（19.1~26.4℃）と比較して約4~5.5℃も低い。

夏期（6~8月）あるいは0℃以上の月の平均気温の累積値、または同時期の日照量と全天日射量の累積値のそれぞれの低さは、根釧台地に生息する貧毛類の平均出現種数の少なさとに関連があるのか、その手がかりを得るため、道内の主だった各地区での平均出現種数と、前述した夏期あるいは0℃以上の期間における平均気温の累積値、また日照時間と全天日射量の累積値をそれぞれ計算し比較した。なお、比較を可能とするべく、事前に以下のような条件設定が行われている。すなわち、①亜寒帯（冷帯）湿潤気候区にある同一の地域で、陸棲貧毛類の出現種数データが複数の調査地点で収集されていること、②各調査地点は平野か台地ないしは盆地という低地帯に設定されていること、③設定された複数の調査地点を包括する地方気象台の測候記録が入手可能なことである。

根釧台地の面積は約5,000 km²もあり広く、北海道本島の面積の15.6%を占めているので、先の条件を満たす地区を探することは難しく、辛うじて旭川地区（盆地）と帯広地区（平野）そして札幌地区（平野）の3カ所を、同台地との比較対象地区として選定できた。

次に、根室地区における気象の主な要素を参考にして、陸棲貧毛類の出現種数に影響を及ぼす可能性があるのでは、と考えられる要因の候補として①夏期の気温の累積値、②月平均気温が0℃以上の期間の気温累積値、③同じく0℃以上の月の平均日照

時間の累積値、④同じく0℃以上の月の平均全天日射量（MJ/m²）を選んだ。また、前述した各地区での平均出現種数と各要因候補との関係を直感的に把握するため、これら2変量の散布図を作成し検討した（図2）。

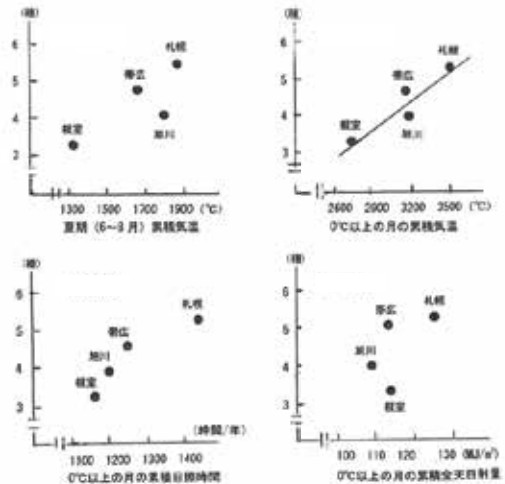


図2 各地区の平均出現種数と累積気温・累積日照時間・累積全天日射量との関連

2変量の間に相関があるのか検定するのに、スピアマンの順位相関係数の検定を用いた¹⁹⁾。この検定はデータの分布の正規性を仮定しないでよいという利点がある。検定に必要な観察値データを表1に示した。

検定した結果、「各地区の平均出現種数」と「夏期（6月~8月）累積気温」との間の同順位補正相関係数（ r_s ）は0.80であり、また「0℃以上の月の平均気温の累積値」との補正相関係数（ r_s ）は同じく0.80であった。また、「0℃以上の月の平均日照時間の累積値」との補正相関係数（ r_s ）は1.00であり、「0℃以上の月の平均全天日射量（MJ/m²）」との補正相関係数（ r_s ）は0.20であった。データの組数が小標本の場合には、検定表にある相関係数（ r_s ）の臨界値（有意点）を用いて判定することになっている¹⁹⁾。参照すべき「スピアマン順位相関係数 p に対する臨界値」の統計表には、自由度が5の時に始めて有意水準が5%で1.000と記載がなされており、自由度が4以下は無記載である。このため、帰無仮

説である「2変量の間に相関はない」の検定そのものの判定は不可能であった。

図2により、各地区の平均出現種数と先に選んだ気象の各要因候補とは、直感的に相関があるように把握がなされ、しかも相関の強さを知る目安となる係数(rs)は、「0°C以上の月の平均全日射量(MJ/m²)」以外では、0.80以上の高い値が得られているにもかかわらず、仮説を判定できなかったのは、根釧台地との比較のために選定した他の地区の数の少なさが、「データの組数-2」を自由度とする順序付け可能なデータ数に影響しているためと考えられた。しかし、多くの地区を選べないのは、北海道本島の地形に起因するもので、いかんともしい難い事情による。それでは、先の結果をどのように評価すべきかは「まとめ」で取り上げる。

3) 根釧台地の土壌の特徴

土壌に係る要因候補を文献調査により探索する

過程で、陸棲貧毛類の分布(生息)を妨げるような物性をもつ火山性土壌(黒ボク土とシラス)の報告を想起した。それは著者自身による報告で、わが国の固有種である *Metaphire (Amyntas) sieboldi* (シーボルトミミズ) の生息地に関する記録である²³⁾。それによると九州の阿蘇-4 大噴火を起因とする広大な溶岩台地を覆う黒ボク土では本種は採集されず、また始良カルデラの生成に起因するシラス台地でも、その出現はごく稀であることが報告されている。それぞれの台地を覆っている新しい火山灰性土壌は、その特徴的な性状により両台地への進出を妨げ、分布の障壁になっているという。そこで、根釧台地を形成する土壌に関する文献調査を行い、次のような記録等を入手した。

隅田によれば、同台地の土壌は、摩周カルデラ(約7000年前の噴火で形成)・カムイヌプリ岳(数千年前の噴火で形成)を起源としており²⁴⁾、近堂と音羽は、保水力に乏しい痩せた火山灰地であると述べ

表1. 亜寒帯(冷帯)湿潤気候にある各地区での陸生貧毛類の平均出現種数と各気象要素のデータ

地区名	出現種数の 平均値(種)	夏期(6-8月)の 累積気温(°C)	0°C以上の月の 累積気温(°C)	0°C以上の月の累 積日照時間(hr)	0°C以上の月の累積 全日射量(Mj/m ²)
根室	3.3±0.4	1295±189	2600±440	1185±63.0	114.5±11.0
帯広	4.7±0.6	1670±156	3130±535	1250±77.5	110.5±10.0
旭川	4.0±0.3	1810±140	3200±610	1195±111	111.0±13.5
札幌	5.4±0.5	1855±165	3590±690	1440±86.5	128.0±13.0

気象データは気象庁地方気象台の資料を参照し算出

表2. 表1のデータに基づくスピアマン順位相関分析表

	データ数	相関係数(rs)	同順位補正Z値	同順位補正p値*	Z _(0.975)
出現種数: 夏期(6-8月)の累積気温	4	0.80	1,386	0.166	1.960
出現種数: 0°C以上の月の累積気温	4	0.80	1,386	0.166	1.960
出現種数: 0°C以上の月の累積日照時間	4	1.00	1,732	0.083	1.960
出現種数: 0°C以上の月の累積全日射量	4	0.20	0,346	0.729	1.960

* 両側確率

ている^{25,26)}。同台地の母材である軽石・火山灰の岩質は、珪酸含量の高いデイサイト質や流紋岩質なので、それらの風化により造られた土壌は、動植物に必須な微量元素の含有量は低いという²⁵⁾。この地域の作物ではマグネシウム欠乏症の発生があり、また近堂は、火山性土の草地では綿羊のコバルト欠乏症の発生がみられ、そして作物を飼料として与えた家畜では、栄養障害を起こした、との記録を紹介している^{25,26)}。これらの報告から、根釧台地での動植物に必須な微量元素の低さも、主に土壌中の有機物などを餌として生活する陸棲貧毛類にとっては、同台地で生息する種数が少ないことと関連があるのではと考えられる。この点に関しては、実験による検証が必要とされ今後の新たな課題となる。

さらに、文化庁は植生図・主要動植物地図の作成に係る北海道での調査で、火山灰性土壌・低日照・低温という総合的な自然条件のもとで成立している根釧台地の植生タイプの記録を残しており²⁷⁾、同台地で主たる高木層をなしているのは、ケヤマハンノキ林・ドドマツ-ダケカンバ林・ミズナラ-イタヤカエデ林で、林床にはミヤコザサが多く、ところによってはシダ類が多いこともあり、さらに放牧のなされているところではオオバコ・キンミズヒキが目立つとされ、また海岸沿いの低地部で積雪の少ない地区では、アイヌミヤコザサとエゾミヤコザサが、内陸から山地にかけてはクマイザサおよびチシマザサが優占しており、ミヤコザサ群落は古くから主として馬の粗放的な牧野として利用されている履歴も記録していた²⁷⁾。その草本層は他地区と若干の違いのあることが判明した。

5. 総合考察

本研究により、根釧台地における陸棲貧毛類の分布に関して、「根釧台地一帯を覆う特異な夏期の気象環境のもとで、日照量の低さは陸棲貧毛類の餌ともなる植生タイプの違いを誘発し、また気温の低さは暖温帯性の日本のフトミズ類の生息に生理的な不都合をきたし、さらに生活の場である土壌は、火

山性土壌の黒ボク土として分類されてはいるが、風化の程度は十分だとは言い難く、地域個体群を形成できるほどの豊かな土壌にはなってはならず、動植物に必要な微量元素の乏しさが生理的な影響を与えている」ということが示唆された。

根室・帯広・旭川・札幌の各地域の平均出現種数と生息（分布）を規定する可能性のある気象の各要因候補との同順位補正相関係数（ r_s ）は、「各地区の平均出現種数」と「夏期（6月~8月）累積気温」とでは0.80で、また「0°C以上の月の平均気温の累積値」とで同じく0.80であった。また、「0°C以上の月の平均日照時間の累積値」との同相関係数（ r_s ）は1.00であり、計算上は極めて強い相関係数が提示されたにもかかわらず、根室地区以外の他地区の観察データ数が少ないので、陸棲貧毛類の分布を規定する要因になっていることについての判定は不可能であった。

他方、土壌の要因候補について文献を調査したところ、各土壌（土壌型）の特性は、土性・鉱物性・有機物含量・コロイド特性など、それを構成する物性によるとの説明がなされていた²⁸⁾。このことにより本表題に対する結論を得るには、さらに詳細な検討を求められる事になるが、しかし、土壌型の特性を構成する各要素に着目し、それらを新たな要因候補として、根釧台地での出現種数の少なさととの関連を調べることは、はたして本研究の目的とする「出現種数の少なさ」の解明に結びつくかは疑問に思えた。なぜなら、土壌はそれを構成する要素を一つにまとめた物性という概念で説明がなされており、土壌それ自体は各要素が混在した複合的な存在であることから、物性を個々に分解して新たな要因候補としたところで、陸棲貧毛類の生息（分布）に影響を及ぼす、これまでに探索してきた以上の重要な要因を探し出すことは難しいのではと考える。

6. まとめ

動物の分布を規定する要因としては、一般に温量指数・地形区分・植生類型・土地利用（森林率・耕

作地率・建物用地率)等が知られている。根釧台地での陸生貧毛類の出現種数の少なさと、気象要素である気温と日照時間の各累積値とは相関はあるようではあったが、いずれの要因候補も単独で強い影響を及ぼすほどの要因とはなっていないことが確かめられた。そしてまた、各要因候補との関連を否定されるものでもないことも示唆された。

したがって、前述した気象要素の特異性と動植物の生育上で必須の土壤中の微量元素の欠乏、あるいはバランスの悪さ、さらには特異な気象と火山性土壌の両条件下にある同台地の植生類型の違いなど、複合的な要因の影響により本動物群の分布は規定されているのではなかろうかと考える。

今回の要因候補の検証により、特定の要因が分布に極めて強い影響を及ぼしている結果ではないことを知り得たことは、今後、研究を進める上での僅少な成果である。

なお、フトミズ類は東アジアからオーストラリア東海岸に至る熱帯域と、南北の温帯域を中心に分布しているが²⁹⁻³¹⁾、亜寒帯(冷帯)湿潤気候下にあり、特異な気象条件と土壌条件における根釧台地での生息は、フトミズ類の分布の北限付近にあるのではとも考えられて、種によっては分布が規定されているのではとの、巨視的な観点からの推測もあり得ると考える。さらに、根釧台地に接する釧路平野には、釧路川に沿って広がる日本最大の湿原(約258 km²)が存在しているが³²⁾、ここでは泥炭地の多いことも³³⁾、隣接する根釧台地における陸生貧毛類の分布拡大に影響しているのではと考えられ³⁴⁾、この湿原との関連の解明も急務である。

謝 辞

根室・釧路地方の気象データは、気象庁釧路気象台の測候記録を参考とさせて頂いた。栃木県立博物館の南谷幸雄博士には最新の貴重な文献と採集情報の提供を、また、駿河台大学経営経済学部の伊藤雅道教授には数多くの文献寄贈を頂いた。心よりお礼申し上げる。本紀要への投稿案内と適切にご教示

を頂いた函館短期大学の紀要編集委員会に感謝申しあげる。

引用文献

- 1) 平川一臣, 小野有五. 十勝平野の地形発達史. 地質学評論. 1974. 607-632.
- 2) 平川一臣. 北海道南東部 概説, 根釧台地と歯舞・色丹諸島-千島弧外弧隆起帯とその周辺-, 「日本の地形 2 北海道」, 小疇ら編. 東京, 東京大学出版会, 2003. 154-163.
- 3) 小疇 尚. 現在の周氷河地域と凍結融解作用, 「日本の地形 2 北海道」, 小疇ら編. 東京, 東京大学出版会, 2003. 44-46.
- 4) 上平幸好. 北海道地方における陸棲貧毛類の調査報告 II -道南東部で採集された種類と分布-, 函館短期大学紀要. 2018. 45, 31-38.
- 5) 伊藤浩司編著. 北海道の無機環境 -気候-, 「北海道の植生」, 札幌, 北海道大学図書刊行会, 1987. 106-117.
- 6) 草薙 浩. 年平均気温と年較差のクラスター分析による北海道地方の地域区分 -北海道の地形・海流に基づく既往の気候区分との比較-. 天気. 2017. 64, 53-56.
- 7) 伊藤浩司編著. 北海道の無機環境 -土壌-, 「北海道の植生」, 北海道大学図書刊行会, 札幌, 1987. 118-124.
- 8) 並川寛司. 亜寒帯・亜高山帯常緑針葉樹林帯域の植生. 「図説日本の植生」, 福島・岩瀬編著. 東京, 朝倉書店, 2005. 90-94.
- 9) 笹脇 操. 汎針広混交林帯. 北方林業. 1955. 7, 8-11.
- 10) 笹脇 操. 北海道の植物界-東亜北温帯の移行帯-. 「北方植物の旅」, 東京. 朝日新聞社, 1971. 304-305.
- 11) 小野有五, 五十嵐八枝子. 氷期の永久凍土. 「北海道の自然史-氷期の森林を旅する-」, 札幌, 北海道大学図書刊行会, 1991. 109-130.
- 12) 森林立地懇話会. 日本森林立地地図および説明書. 東京. 1972. (入手不能につき, 伊藤浩司編著, 1987. 「北海道の植生」, 札幌, 北海道大学図書刊行会, 121頁の図を参照).
- 13) 浜崎忠雄. 農耕地土壌分類第3次改訂版の解説. 日

- 本土壌肥科学雑誌. 1998. 69(2), 206-211.
- 14) 岡崎正規. わが国に分布する土壌の種類と性質, 「日本の土壌」, 岡崎ら編著. 東京, 朝倉書店, 2010. 12-25.
 - 15) 小原 洋, 高田祐介, 神山和則, 大倉利明, 前島勇治, 若林正吉, 神田隆志. 包括的土壌分類第一次試案に基づいた 1/20 万日本土壌図. 農業環境技術研究所報告, 2016. 37, 133-148.
 - 16) 日本ペドロジー学会第五次土壌分類・命名委員会. 日本土壌分類体系. 2017. (<https://pedology.jp/img/soi2022.09.01> 閲覧).
 - 17) 農業環境変動研究センター, 日本土壌インベントリ—土壌図. 2019. (<https://soil-inventory.dc, affrc. go. jp> 2018.10. 閲覧).
 - 18) 柳井久江. 「4 Steps エクセル統計」第4版. 所沢, オームエス出版, 2016. 94-99.
 - 19) 池田郁男. 2群の実験を正しく検定する方法は? ノンパラメトリック検定の原理を理解する. 「実験で使うとこだけ生物統計 2.」改訂版. 東京, 羊土社, 2017. 125-167, 168-177.
 - 20) 打波 守, 野地澄晴訳. 「すぐできる生物統計」, Roland Ennos 著. 東京, 羊土社, 2009. 30-35.
 - 21) 南谷幸雄. フトミミズ類の属分類を巡る分類学的混乱. ミミズ情報通信. 2015. 41, 18-21.
 - 22) 釧路地方気象台. (<https://www.data.jma.go>. 2022.09.10 閲覧).
 - 23) 上平幸好. 九州本島におけるシーボルトミミズ *Metaphire sieboldi* (Horst, 1883) (貧毛亜綱: フトミミズ科) の地理的分布に関する考察. *Edaphologia*, 2016. 99, 1-9.
 - 24) 隅田まり. 屈斜路・阿寒火山群—巨大カルデラ火山群, 摩周火山. 「日本の地形 2 北海道」, 小疇ら編. 東京, 東京大学出版会, 2003. 114-115.
 - 25) 近堂祐弘. 火山灰の起源と分布, 特集「北海道の特徴的土壌」, *URBAN KUBOTA*, 1985. 24, 2-5.
 - 26) 音羽道三. 細粒質火山性土, 特集「北海道の特徴的土壌」, *URBAN KUBOTA*, 1985. 24, 6-9.
 - 27) 文化庁編著. 植生図・主要動植物地図 1, 北海道(釧路・根室支庁). 東京, 国土地理協会, 1981. 1-40.
 - 28) 長友由隆. 日本の土壌. 「土壌サイエンス入門」, 三枝・木村編. 東京. 文永堂出版, 2005. 193-201.
 - 29) Stephenson, J. Geographical distribution. *The Oligochaeta*. Oxford. Clarendon Press, 1930. 660-689.
 - 30) 大淵眞龍. 地理的分布, 太蚯蚓の北漸と日本. 「みみずと人生」, 東京, 牧書房, 1947. 175-208.
 - 31) 南谷幸雄. ミミズ, 「土壌生態学, 実践土壌学シリーズ 2」, 金子編, 東京, 朝倉書店, 2018. 57-71.
 - 32) 釧路湿原自然再生協議会運営事務局. 釧路湿原自然再生全体構想—未来のこどもたちのために—, 改訂版. 釧路湿原自然再生協議会, 2015.
 - 33) 梅田安治. 泥炭土, 特集「北海道の特徴的土壌」, *URBAN KUBOTA*. 1985. 24, 20-25.
 - 34) 上平幸好. 尾瀬特別保護区に生息する環形動物貧毛類の分類学的調査結果. 「尾瀬の総合研究」, 尾瀬総合学術調査団. 1998. 711-715.