



Title	シベリア・ヤクーツク西方の湖におけるメタン発生源としての湖周辺の湿地の微地形分類
Author(s)	曾根, 敏雄
Citation	低温科学. 物理篇, 53, 51-57
Issue Date	1995-02-15
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/18637">http://hdl.handle.net/2115/18637</a>
Type	bulletin (article)
File Information	53_p51-57.pdf



[Instructions for use](#)

## シベリア、ヤクーツク西方の湖におけるメタン発生源 としての湖周辺の湿地の微地形分類

曾 根 敏 雄

(低温科学研究所)

(平成6年11月受理)

**Abstract** : Wetlands around two lakes in west Yakutsk, Siberia, were geomorphologically investigated. They are classified into several types of peat lands. The condition of methane emission in each peat land is homogeneous. On the basis of the measurements of methane fluxes in each peat land and their total area, it is possible to estimate the total amount of methane emission from the lake shore wetlands.

**要旨** : 東シベリア、ヤクーツク市西方における2つの湖の湖岸付近の微地形を分類した。メタン発生源となる湿地はいくつかの泥炭地に区分された。泥炭層と活動層の厚さ、地下水位から、それぞれの泥炭地のなかではメタンの発生条件はほぼ同じと考えられる。これから、それぞれの泥炭地でメタン発生量を測定し、それらの泥炭地の面積を考慮に入れることで、湖周辺からのメタンの総発生量を見積ることは可能と考えられる。

**Key words** : Microlandform classification, Methane emission, Peat land, Siberia, Wetland

**キーワード** : 湿地, シベリア, 泥炭地, 微地形分類, メタン発生

### I. はじめに

メタンは全球規模での気候変動に影響を与える地球温暖化ガスのひとつである。高緯度地域においても、主として湿地周辺では夏期に融解する活動層からメタンが放出されていることが観測されている。したがって今後地球が温暖化すると、活動層の厚さの増加が予想され、それに伴うメタン発生量の増加が高緯度地方においても懸念される。現地での実測に基づくメタンの総発生量の見積もりは、高い精度で必要とされる基本的な資料である。しかし、高緯度地域でのメタン発生量の実測例は少なく、しかも最近になってようやく実態が少しずつ把握され

---

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第3758号

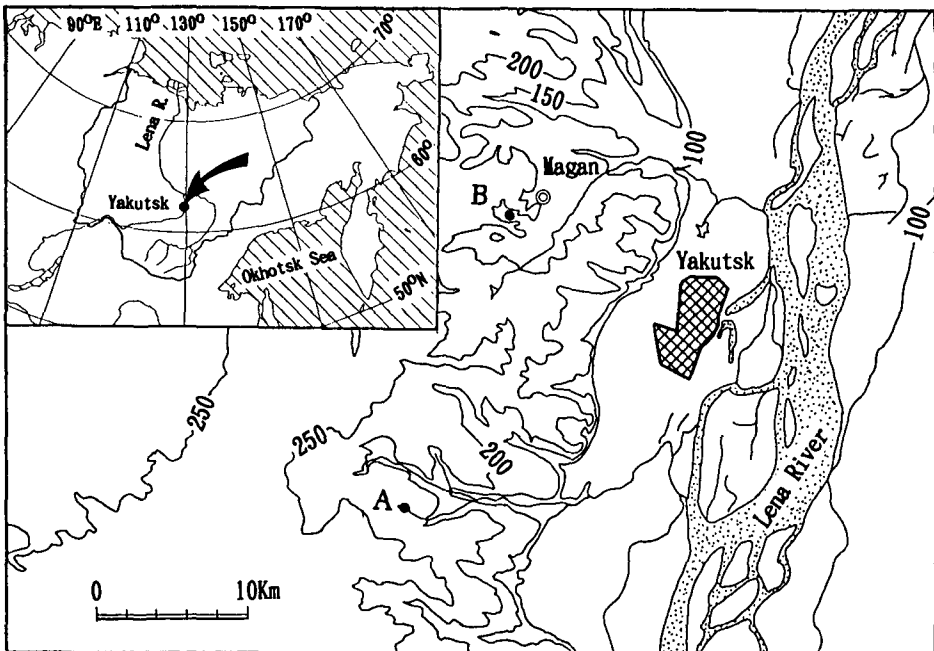
はじめたところである。

ヤクーツク周辺でメタンの発生量の測定を行なった Ohta et al.<sup>1)</sup>によると、場所の違いによるメタン発生量の差が大きく、湿地からのメタンの総発生量の見積もりは困難であると指摘されている。場所の違いによるメタン発生量の違いには様々な要因が考えられる。しかし、ある地域での面的なメタン発生量を把握するためには、まずローカルなレベルでの地形とメタン発生量との対応を探る必要があろう。特に湿地周辺の微地形とメタン発生量との対応を調べるべきである。

筆者は 1993 年度日本ロシア共同のメタン発生量調査<sup>2)</sup>に同行し、短期間ではあったが、湖周辺の微地形と堆積物（特に泥炭）との関係について若干の調査を行なうことができた。本稿では湖周辺の湿地の微地形区分がメタン発生源としての区分となり得るか検討を試みた。

## II. 調査地点および方法

東シベリア、サハ共和国（ロシア）の首府であるヤクーツク市（北緯 62 度 05 分，東経 129 度 45 分）は、バイカル湖付近に源を発しラプテフ海に注ぐレナ川の中流部に位置する（第 1 図）。1951-1980 年間の年平均気温は  $-10.3^{\circ}\text{C}$  で、年降水量は 235.9 mm である（理科年表）。気温の年較差は  $60^{\circ}\text{C}$  にも達する内陸的な気候環境下にあり、連続的永久凍土地帯に属する。ヤクーツク市周辺では、レナ川に 7-8 段の河成段丘が分布する<sup>3)</sup>。左岸には、下位から順に、第一段丘（Zhatayskaya 段丘），第二段丘（Sergelyakhskaya 段丘）が発達し、ヤクーツクの市街を載



第 1 図 調査地点 A：キョルデグラ湖，B：マガン南西の湖

せている。レナ川の右岸には第二段丘、第三段丘(Kerdemskaya 段丘)、第四段丘(Bestyakhs-kaya 段丘)、第五段丘(Tyungyulyunskaya 段丘)、第六段丘(Abalakhskaya 段丘)が分布し、第四段丘より古い面にアラスの発達が良い<sup>4)</sup>。永久凍土は、ヤクーツク市街の第一段丘で 240 m、第二段丘で 250 m、ヤクーツク北西のマガン(Magan)では 450 m の深度まで発達する<sup>5)</sup>。

今回、標高 220–260 m のなだらかな面を持つヤクーツク市西方の丘陵を開析する侵食谷中の湖において調査を行なった。この丘陵はレナ川右岸の第六段丘より古い高位削剥段丘<sup>3)</sup>に相当するものと考えられる。調査地点は、ヤクーツク市内から南西約 22 km のタイガ中にあるキョルデゲラフ(Kyurdegelyakh)湖とヤクーツク市内から北西約 11 km の集落マガンの南西部にある湖であり、それぞれ 1993 年 8 月 9 日と 11 日に調査を行なった。

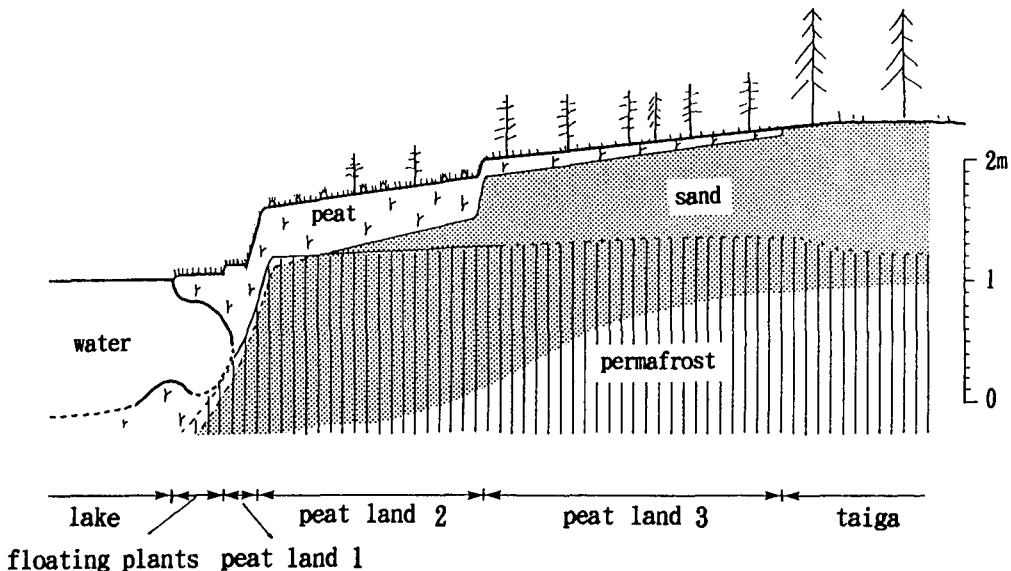
現地において、比高、面の連続性、植生を手掛かりとして、泥炭地の微地形区分を行なった。地表から深さ 1 m までの堆積物を調べるためにハンドオーガーを使用した。1 m 以浅で永久凍土面に達した場合は、凍土面までの試掘に留めた。レベル等を用いた測量は行なっておらず、断面図(第 2, 3 図)の地表の起伏は概念的に示した。マガン南西の湖の断面図(第 3 図)では、地表の起伏と地下構造のスケールが異なることに注意されたい。

### III. 調査結果

#### 1. キョルデゲラフ湖

この湖は、長径およそ 700–800 m の東西に細長い湖で、タイガ中に発達し、標高約 210 m の地点にある。下流側にあたる湖の南東側で調査を行なった。断面図を第 2 図に示す。

湖岸から湖の中心に向かって、4–5 m の幅で浮き草帯がある。厚さ 20 cm 前後で根や植物



第 2 図 キョルデゲラフ湖における湖岸の地形断面

遺体が絡み合っていて、先端付近まで人が歩いて行くことが出来る。地表には草が茂り、外観するだけではここが水に浮いていることは判らない。

湖岸には幅1-3 m程度の泥炭地1が発達し、浮き草帯とは比高10 cmの小崖で面している。草本のほか矮性の木本もみられる。泥炭は分解不良、湿潤で層厚は55 cm以上である。

泥炭地1に比高約40-50 cmの崖で接するのが、泥炭地2である。この泥炭地は砂層の上に堆積した40 cm以上の層厚の泥炭からなる。泥炭層は分解不良で、やや湿潤であるが地下水位は30 cmより低い。地表には草本が生い茂り、谷地坊主が発達し、直径4 cm以下のカンバが疎らに生育する。湖岸から幅15-20 mの泥炭地2に、比高15 cmの崖を隔てて、泥炭地3が隣り合う。泥炭地3は砂層の上に堆積した層厚20 cm以下の乾燥した泥炭層からなり、湖岸から比高を増すにつれて泥炭層は薄くなる。地表には直径6 cm程度のカンバがやや密に生育し、下草は少なくなる。これらの泥炭地を取り巻くのは、胸高直径25 cm程の欧州アカ松の林で、数cmの薄い腐植層下は砂層である。

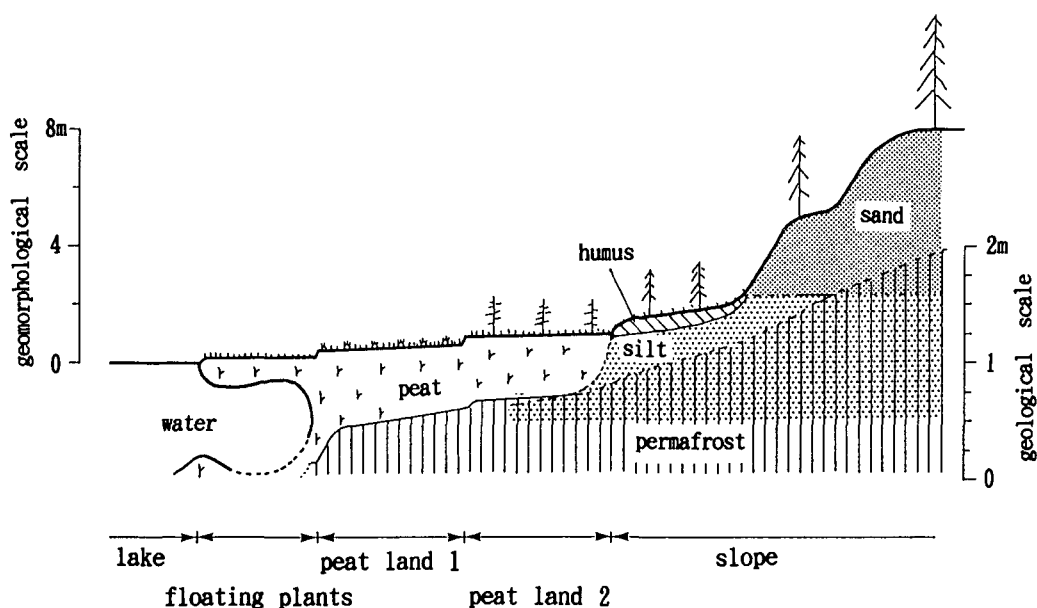
活動層は、泥炭地2では45-50 cmであり、泥炭地3では70-80 cmで、松林へと進むに従い厚くなる。一方、泥炭地1で活動層の厚さは60 cm程度であり、湖岸付近から湖に向かって活動層は厚くなる。湖底下での融解層の深さは不明であるが、魚とカエルが存在することから、この湖の底には冬季にも凍結しないタリク (talik) が存在するものと考えられる。湖岸付近では、湖底に粉碎された泥炭が再堆積している。湖の中心部で水深は約1.5 mであり、水草も見られる。

## 2. マガン南西の湖

この湖は、凹地状の谷中に発達する長径約150 mの東西に細長い湖で、標高約190 mの地点にある。谷の下流側にあたる湖の南東側で調査を行なった。断面図を第3図に示す。

湖岸から湖の中心に向かって、最大幅14 m、厚さ20 cm前後の浮き草帯がある。泥炭地1は60-70 cm以上の層厚の泥炭からなる。泥炭層は分解不良で、湿潤である。地表には草本が生い茂り、谷地坊主が発達する。泥炭地2はシルト層の上に堆積した層厚60-70 cm以下のやや乾燥した泥炭層からなる。地表には細いカンバが疎らに生育する。泥炭地2に隣接する緩斜面には、マット状の植生が分布し乾燥している。層厚10-15 cmの腐植層の下はシルト層である。砂地の丘陵斜面から平頂な丘陵にかけては、胸高直径25 cm程度の欧州アカ松が分布する。

活動層の厚さは、泥炭地1で60-70 cm程度で、泥炭地2では55 cm程度である。マット状の植生と腐植の厚い緩斜面で活動層は30 cm程度と薄く、砂地の斜面で厚くなる。また湖岸付近でも活動層は厚い。湖底下での融解層の深さは不明であるが、この湖にも魚とカエルが存在することから、湖底にタリクが存在すると考えられる。湖岸付近の湖底には粉碎された泥炭が再堆積している。



第3図 マガン南西の湖における湖岸の地形断面

#### IV. 考 察

一般に湿地がメタンの発生源と考えられているが、メタンの発存量には特に永久凍土地帯においては、その場所の地下水位と地温の関係が深いことが、判明している<sup>6)</sup>。すなわち地下水位が高く、地温が5℃以上で、活動層が厚いことがメタンの発生に有利な条件となる。今回の調査時期は最もメタンの発存量の多い時期と考えられ、この時期の湿地の状態を知ることが出来たのは好都合であった。

今回調査を行なった2つの湖の周辺の湿地では、ともに次のような特徴がみられた。

1. 湖岸から湖の中心へ向かって浮き草帯が発達している。
2. 湿地をつくる泥炭層は、湖岸付近のみに分布し、比高の異なる2, 3の泥炭地を形成する。湖岸側の低い泥炭地1では、湿潤で草本が発達する。高い泥炭地2では、地下水位は低く細いカンバも生育する。

泥炭を含まない乾燥した場所からのメタンの放出はないものと考えられ、湖周辺でメタン放出に大きく関与するのは、湖水面、浮き草帯、泥炭地1、泥炭地2である。キョルデゲラフ湖の泥炭地3においては、地下水位は低く乾燥しており、また泥炭の層厚も20cm以下で薄いことから、メタンの放出はほとんどないものと考えられる。地形としては、泥炭地1、泥炭地2は湖岸段丘面に当たり、それぞれの面のなかでは活動層・泥炭層の厚さはほぼ同じであり、地下水位にも大きな違いはない。したがって、それぞれの面でのメタン発生の条件はほぼ均質と考えることが出来る。

筆者の調査と同じ日にメタン発生量の調査を行なった Nakayama et al.<sup>2)</sup>によると、水面、浮き草帯、湿地帯、乾燥帯でのメタン発生量は、キョルデゲラフ湖ではそれぞれ 255.2, 301.3–375.9, 223.0–321.4, 32.1 (mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>)、マガン南方の湖ではそれぞれ 133.1, 358.2–402.0, 177.8, 77.9 (mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>) であった。ここで湿地帯は泥炭地 1 に、乾燥帯は泥炭地 2 にあたる。乾燥した泥炭地 2 よりも湿潤な泥炭地 1 の方が一桁大きいメタン発生量を示している。このように湖周辺の湿地では、それぞれの場所でメタン発生量には違いが見られ、それは泥炭地の性質の違いに基づくと考えられる。

以上のように今回調査した湖では、微地形分類による湿地の区分が、メタン発生源としての区分と成り得ることが判明した。したがって湿地の構造を把握したうえで、チャンバー法によるいわば点でのメタン測定値を面に拡大することは可能であるといえる。

永久凍土地域で特徴的な地形のひとつにアラス (alas) と呼ばれる、永久凍土の融解沈下により生じた凹地がある<sup>7)</sup>。アラスは氷層を多く含む凍土層において発達が良い。キョルデゲラフ湖は浅い侵食谷のなかの砂層中に形成されており、典型的なアラス湖とは言い難い。一方、マガン南西の湖は谷の発達過程で露出したシルト層中に形成されたと考えられ、アラスとして発達した可能性もある。浮き草帯の起源としては、湖岸が融解侵食により後退し、このため水面付近に漂った泥炭層をもとにして、浮き草帯が発達したという可能性もあろう。

## V. おわりに

広い地域からのメタンの総発生量の見積もりを行なうための第一段階として、シベリア、ヤクーツク西方の 2 つの湖においていわば点での測定値を面に拡大する試みの妥当性を検討した。その結果、湖周辺の微地形分類による湿地区分が、メタン発生源の区分として役立つことが示された。但し、湖の発達過程の違いにより湖畔の湿地の形成過程が異なり、すべての湖に伴う湿地がすべて同じ微地形の分布パターンを示すとはいえない。したがって現段階では個々の湖について個別に調査する必要がある。いくつもの湖を含む広大な地域からのメタン発生量の見積もりをするためには、まずは多くの事例を集め、何らかの効率の良い方法を見出すことが必要であろう。

本調査を行なうに当たっては、現地でヤクーツク永久凍土研究所 N. Fedoseev 博士、国立環境研究所、野尻幸宏博士、北海道大学大学院仲山智子氏にお世話になった。本研究の研究費の一部は住友財団環境研究助成金による。関係各位に感謝いたします。

## 文 献

- 1) Ohta S., Murano N., Fukazawa T. and Makarov V.N. 1993 Measurements of methane flux in Yakutsk. Proceedings of first symposium on joint Siberian permafrost studies between Japan and Russia in 1992. Sapporo, 10-17.
- 2) Nakayama T., Nojiri Y. and Zeng Y. 1994 Measurements of methane flux from alaaes around Yakutsk, eastern Siberia in 1993. Proceedings of the second symposium on the joint Siberian

- permafrost studies between Japan and Russia in 1993. 40-44.
- 3) 斎藤 晨二 1979 アラスカ地形とその人為的影響 —ヤクーチアの旅から。名古屋市立大学教養部紀要, **23**, 67-79.
  - 4) Anisimova N.P., Nikitina N.M., Piguzova V.M. and Shepelyev V.V. 1973 Water sources of central Yakutia. *Second international conference on permafrost guidebook*. USSR Academy of Sciences. 47.
  - 5) Katasonov E.M. and Solov'ev P.A. 1969 Guide to trip round central Yakutia —Paleogeography and periglacial phenomena—. *International Symposium Paleogeography and Periglacial Phenomena of Pleistocene*, Yakutsk, 87.
  - 6) Nakayama T., Fukuda M, Sone T. and Nagaoka D. 1993 Measurement of methane flux in a Tundra region near Tiksi, Eastern Siberia in 1992. *Low Temperature Science, Ser. A*, **53**, 63-70.
  - 7) Czudek T. and Demek J. 1970 Thermokarst in Siberia and its influence on the development of lowland relief. *Quaternary Research*, **1**, 103-120.