



Title	湿原からのメタン放散
Author(s)	浦安, 功; 荒川, 豊; 深澤, 達矢 他
Description	第6回衛生工学シンポジウム (平成10年11月5日 (木) -6日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 調査事例 . 7-4
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 252-257
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7359
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-7-4_p252-257.pdf



7-4

湿原からのメタン放散

○浦安 功, 荒川 豊, 深澤達矢, 清水達雄, 橘 治国, 工藤憲三 (北海道大学)

I はじめに

1997年12月, 地球温暖化防止京都会議において, 気候変動に関する国際連合枠組条約により温室効果ガスの削減目標が定められ, それに沿って排出源対策が進められることになった. 対象となる温室効果ガスは, 二酸化炭素, メタン, 亜酸化窒素, HFC, PFC, 六フッ化硫黄の6種類である. これらの温室効果ガスのうち, メタンガスは二酸化炭素に比べて濃度は小さいが, 1分子あたりの温室効果は二酸化炭素の20倍もあるので, 二酸化炭素の次に温暖化への寄与が大きく, 15~20%の寄与がある. メタンガスは, 湿原, 湖沼などの自然発生源, 及び水田, 家畜, 天然ガスシステム, 石炭採掘, 廃棄物埋め立てなどの人為的発生源を起源とする. 湿原は好気性微生物の呼吸により溶存酸素が消費され, また水層によって大気中からの酸素の供給が制限されるので, 嫌氣的になり, 偏性嫌気性菌であるメタン生成菌が生息し, メタン発酵を行っている. 湿原から排出されるメタンガスはメタンガス排出量の約22%だと言われている. 世界的に見ると, これらの湿原の多くは, シベリアなどの高緯度地帯に集中しており. 一方, 日本における湿原の約80%は北海道の集中している. 本報告では, 札幌近郊の月ヶ湖湿原, サロベツ湿原, 釧路湿原における調査結果を紹介する.

II 北海道の湿原と調査地点

湿原は, 低温, 過湿の自然条件のために植物が分解されずに1年に1mmの速度で堆積した, 植物遺体の土壌層である泥炭地に発達する. 北海道開発庁(局)によると, 北海道内の泥炭地の総面積は約20万ヘクタールであり, そのうちヨシ, スゲ類からなる低層湿原が約71%, ヌマガヤ類を主体とする中層湿原が約12%, ミズゴケ類からなる高層湿原が約17%で, その大部分が海岸低地の沖積平野に分布している. 流域別では石狩川流域が5.5万ヘクタール, 釧路川流域が2.3万ヘクタール, サロベツ川流域が1.5万ヘクタールであり, この3ヶ所で北海道の泥炭地の約半分を占める(1963年, 北海道開発庁). このうち古くから開発されてきた石狩川流域はすでに原形をとどめず, またサロベツ湿原などの耕地化も進展して1978年には総面積の約半分がすでに消滅してしまっている. 現存する代表的な湿原としては, 釧路

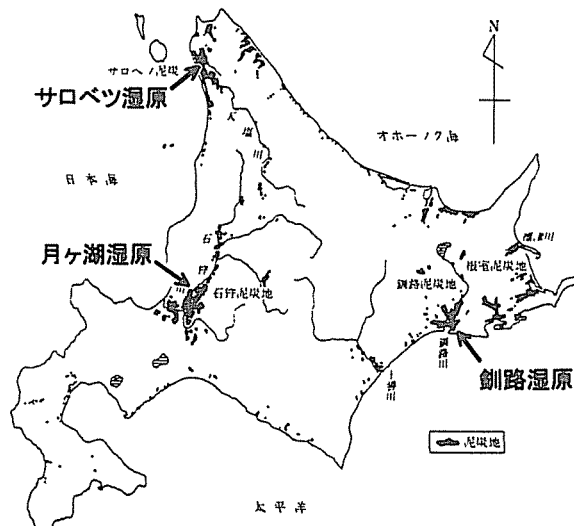


図1 北海道の泥炭地の分布
(辻井達一, 梅田安治: 湿原の立地とその変動, 1983)

湿原，別寒辺牛湿原，サロベツ湿原，霧多布湿原，等がある。

調査を行ったのは，月ヶ湖湿原，サロベツ湿原，釧路湿原の三地点である（図 1）．月ヶ湖湿原は北海道樺戸群月形町南部に広がる総面積約 6.8 ヘクタールで，泥炭層の厚さが 4～5m の高層湿原であり，わずかに残存する石狩泥炭地の一部である．この地域は北海道中部日本海気候に属し，年降水量は約 1270mm，年平均気温は約 6.6℃であり，気候は比較的温暖である．この湿原は，周辺農用地の排水に伴い，乾燥化が進んでいる．

調査は大沼の南方の大沼側湿原において，ササが侵入するやや乾燥した南北両端から，ミズゴケやスゲが卓越する湿潤な中央部にかけて南北に横切る 6 地点で行い，南から北へ A 地点～F 地点とした．

サロベツ湿原は，北海道北部の日本海沿岸に沿って広がる，サロベツ川流域に発達した湿原であり，平地の湿原としては極めて発達した高層湿原域を持つ．一方，釧路湿原は，釧路市の北側に広がる釧路川流域に発達した日本最大の湿原であり，主としてヨシ，スゲ類からなる低層湿原が全体の約 70%をしめ，高層湿原は約 2%である．サロベツ湿原では，サロベツ原生花園から延びる一周 1km のループ式木道の周辺において，西側のササ地域と，東側の高層湿原地域で調査を行った．また，釧路湿原では，温根内ビジターセンターから延びる木道周辺の，高層から中層湿原地域と，赤沼周辺の高層湿原地域において調査を行った．

III 調査方法

メタン放散量はチャンバー法により測定した．対象となる地点にはあらかじめチャンバーベースを設置しておく．チャンバーとチャンバーベースを図 2 に示す．測定時には，ベースとチャンバーをシールするために，ベースとチャンバーの結合部のカラーに水を張ってからチャンバーを設置し，チャンバー内部の気体を，チャンバーを設置してから 0 分，10 分，20 分，30 分，の 4 回サンプリングを行い，その濃度変化により，地表面からのフラックスを算出した．測定時には，各地点において，毎回 2 回ずつ測定した．月ヶ湖湿原においては，1997 年 5 月 22 日から 12 月 11 日にかけて，約週 1 回毎にメタン放散量を測定し，季節変化を求めた．また 7 月 7～8 日と 8 月 28 日に 1 時間毎に連続的にメタン放散量の測定を行い，日変化を求めた．放散量測定時には，気温，土壌温度分布，地下水位の測定も行った．またピートサンプラーにより土壌を採取し，MPN 法によるメタン生成菌数及びメタン酸化菌数の測定を行った．また採取した土壌を嫌気状態にバイアルに密封し，ヘッドスペースを窒素で置換してから 35℃の恒温室に静置し，バイアルのヘッドスペース内のメタンガス濃度を測定した．その濃度変化をもとに，単位乾燥土壌重量当たりのメタ

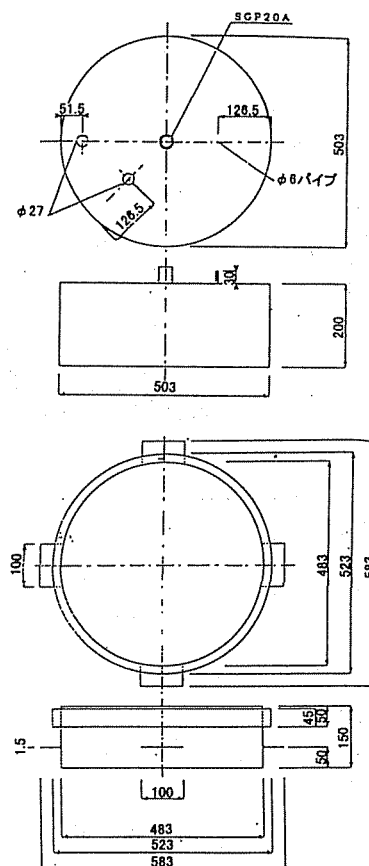


図2 フラックス測定用
チャンバーとチャンバーベース

ン生成速度を求め、メタン生成ポテンシャルとして算出した。また、内径 4mm のステンレス製のチューブと 50ml シリンジを用いて地下水を採取し、ヘッドスペース法により溶存メタン濃度を測定した。地下水中の有機酸濃度と溶存性有機物濃度の測定も行った。サロベツ湿原では7月24日、9月15日、10月26日の3回、釧路湿原では10月14日、15日にメタン放散量の測定を行った。

IV 調査結果

月ヶ湖における7月に行ったメタン放散量の日変化測定の結果、明確な傾向が認められなかったため、改めて、8月に測定を行った。この時、気温は約 15°Cの幅で変化し、地下 10cm の土壌温度も約 10°Cの幅で変化したが、それに伴う放散量の変化は認められなかった(図3)。メタン放散量はA地点では、1日を通じて約 0.5mg-CH₄/m²h程度で、B地点、C地点ではそれ以下であった。地下水面よりも上の表層をメタン酸化層と考えると、土壌の温度変化にともない、メタン酸化活性も変化すると考えられるが、前述したようにそれに伴うメタン放散量の変化は認められなかったため、メタン放散量へのメタン酸化の寄与は小さいと考えられた。一方、同時に測定した二酸化炭素放散量は、日中増加する傾向を示している(図4)。チャンバー法では、日射が遮られるため、チャンバー内の光合成は止まってしまうので、二酸化炭素放散量の日変化が、気温あるいは表層土壌温度

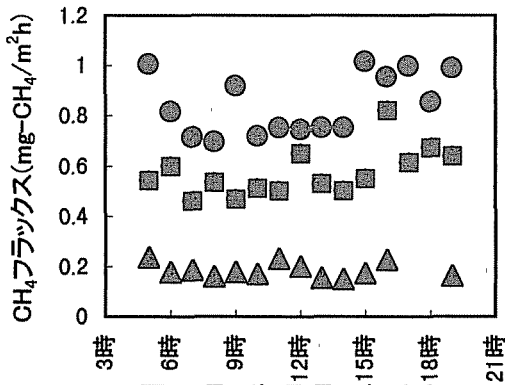


図3 月ヶ湖湿原におけるメタン放散量の日変化(8/24)

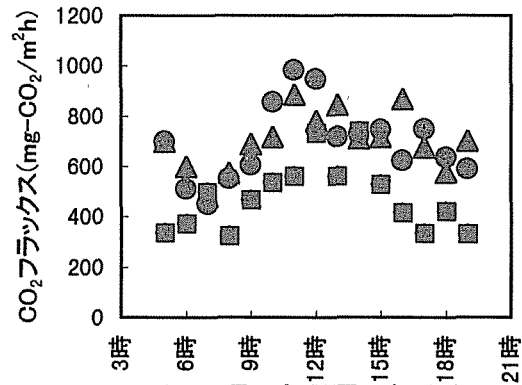


図4 月ヶ湖湿原における二酸化炭素放散量の日変化

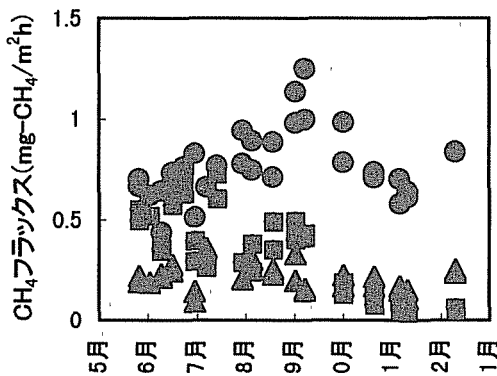


図5 月ヶ湖湿原におけるメタン放散量の季節変化

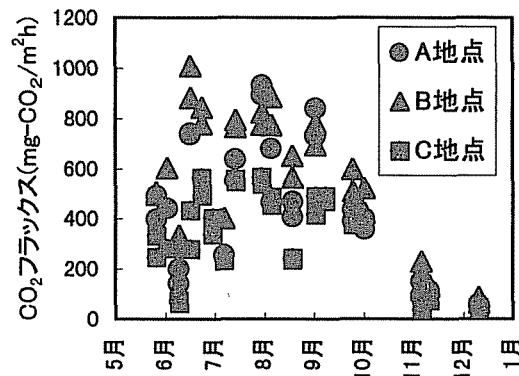


図6 月ヶ湖湿原における二酸化炭素放散量の季節変化

と連動した、植物等の呼吸による二酸化炭素の排出量の変化によるものと考え、植物の蒸散のメタン放散量への寄与も小さいと考えられた。

次に月ヶ湖湿原におけるメタン放散量の季節変化を図 5 に、二酸化炭素放散量の季節変化を図 6 に示す。B, C 地点では明確ではないが、A 地点においては春先には $0.5\text{mg-CH}_4/\text{m}^2\text{h}$ 程度だったメタン放散量が、夏から秋にかけて $1\text{mg-CH}_4/\text{m}^2\text{h}$ 程度まで増加した。また A, B 両地点においては積雪のあった 12 月に春先と同じ程度のメタン放散量が観測された。調査期間中、地下水位は約 20cm から 30cm の変動を示したが、それに伴うメタン酸化層の増減によるメタン放散量の変化は認められなかった。これからも、メタン放散量へのメタン酸化の寄与は小さいと考えられた。また、二酸化炭素の放散量の季節変化と比較すると、メタン放散量の季節変化は圧倒的に小さく、このことから、植物の蒸散によるメタン放散への寄与は小さいと考えられた。気温あるいは土壌温度と放散量の相関は、全体的には低いものの、地下深くなるに連れてやや高くなる傾向が見られた。また、地下 1m 程度の土壌温度は、夏から秋にかけて最高値を示した。したがって深層部でのメタン生成活性の変化がメタン放散量に影響する可能性がある。一方、二酸化炭素の放散量は明確な季節変化を示す。これは、湿原において、夏季に生物活動が活発化し、植物が成長し、それにより呼吸量が増加すること等によると考えられる。土壌温度の日変化を図 7 に、季節変化を図 8 に示す。

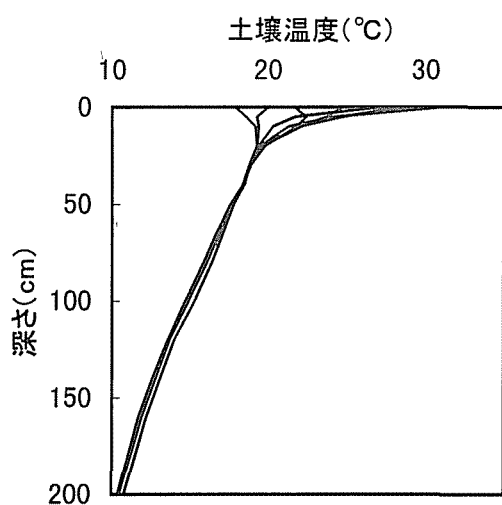


図7 月ヶ湖湿原における
土壌温度の日変化(8/24)

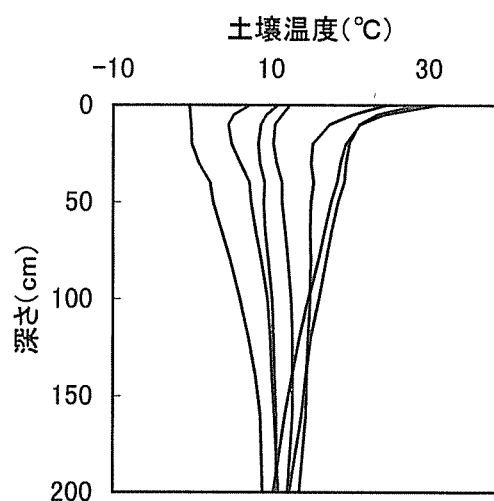


図8 月ヶ湖湿原における
土壌温度の季節変化(8/24~12/11)

地下水中の溶存メタン濃度の鉛直分布を図 9 に、メタン生成ポテンシャルの鉛直分布を図 10 に示す。溶存メタン濃度は、深くなるに連れて増加し、深さ 4m の部分で約 $20\text{mg-CH}_4/\text{l}$ と最大になった。したがって深層部でメタン生成が活発に行なわれていると考えられる。また、メタン生成ポテンシャルは、表層部分では小さいが、深さが 1m を越えると急激に大きくなり、また、泥炭層底部の 4m 以下では再び小さくなった。

地下水中の溶存性有機炭素濃度 (図 11) は、月ヶ湖湿原においては、表層では約 $20\text{mg-CH}_4/\text{l}$ の濃度であったが、深くなるに連れて減少し、地下 4m では約半分まで減少

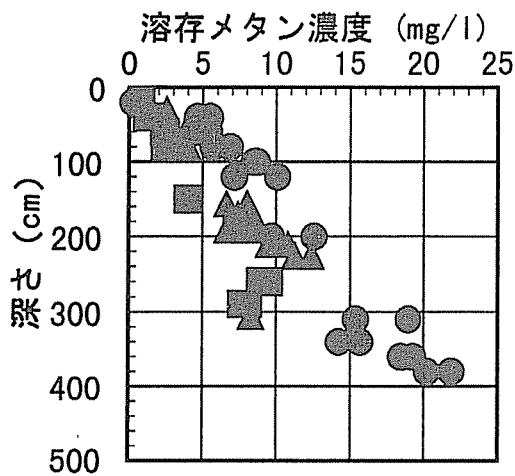


図9 月ヶ湖湿原地下水中の溶存メタン濃度の分布

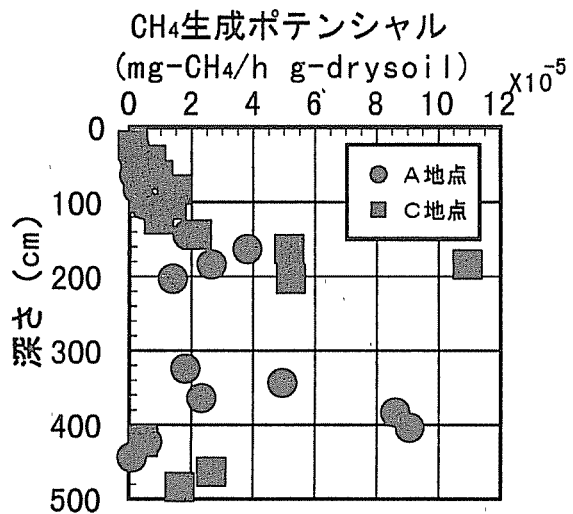


図10月ヶ湖湿原における土壌中のCH₄生成ポテンシャルの鉛直分布

した。また、地下水中の有機酸濃度はいずれの試料においても、検出限界の0.1ppm以下であった。溶存性有機物がメタンに分解される際の間生成物である有機酸が検出されないことから、湿原土壌中において、生成された有機酸はすぐに消費されるような貧栄養状態の環境であり、基質律速であると考えられた。

MPN法によるメタン生成菌数の測定結果においても、1m以下で菌数が急激に増加しており(図12)、以上よりメタン生成は地下1m以下の泥炭層部分で起こっていると考えられる。一方メタン酸化菌は表層から地下30cmまでの部分に最も多く存在しており(図13)。その寄与は小さいものの、表層でのメタン酸化が起こっていることが示唆された。

今回調査を行った3地点におけるメタン放散量を図14に示す。3地点を比較すると、月ヶ湖では0.025~1.5 mg-CH₄/m²hなのに対し、サロベツ湿原ササ地区では0.067~1.4 mg-CH₄/m²h、高層地区では3.1~10 mg-CH₄/m²h、釧路湿原温根内地区では0.82~1.8 mg-CH₄/m²h、赤沼地区では1.3~2.7 mg-CH₄/m²h程度で、サロベツ湿原高層地区でメタン放散量が最も高く、サロベツ湿原ササ地区と月ヶ湖湿原では特に低かった。また、月ヶ湖湿原内の6地点でのメタン放散量の測定により、数メートルしか離れていない地点であっても、年間を通じて放散量が異なっていることが分かった。

V まとめ

月ヶ湖湿原におけるメタン放散量の日変化と、季節変化の測定の結果、メタン放散量は季節変化をしているが、明確な日変化

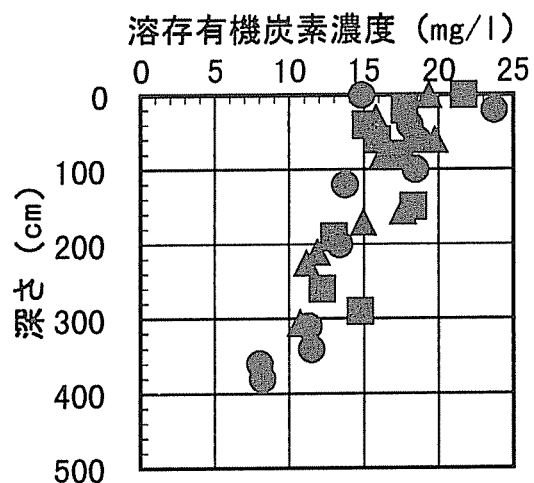


図11 月ヶ湖湿原地下水中の溶存有機炭素濃度の分布

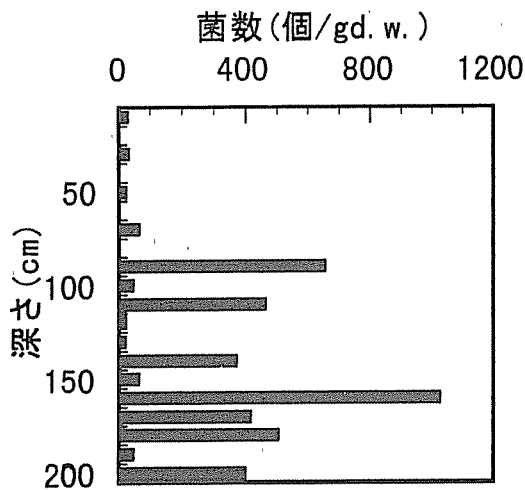


図12 乾燥土壌 1 g 当りのメタン生成菌菌数の鉛直分布

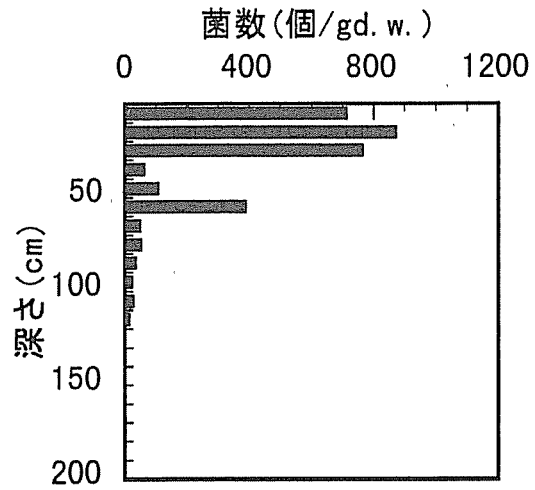


図13 乾燥土壌 1 g 当りのメタン酸化菌菌数の鉛直分布

は示さなかった。気温や表層土壌温度が変化したにもかかわらず明確な日変動が見られなく、また植物が枯れ、積雪があったにもかかわらず冬に放散量が測定され、地下水位の変動にもかかわらずそれに伴う放散量の変動が測定されないことから、植物による蒸散と表層におけるメタンの酸化の、メタン放散量への寄与は小さいと考えられる。

放散量が夏季に増加し、土壌温度との相関が表層より深層において高いこと、また、月ヶ湖湿原でのメタン生成菌数の測定の結果、1m 以下で菌数が増加し、メタン生成ポテンシャルの測定の結果、1m 以下でメタン生成ポテンシャルが高いことから、メタン生成は地下 1m 以下の泥炭層で起こっていると考えられる。

地下水中の有機酸濃度の測定の結果、湿原土壌中において、生成された有機酸はすぐに消費されるような貧栄養状態の環境であり、基質律速であると考えられた。

サロベツ湿原と釧路湿原における放散量の測定の結果、サロベツ湿原の高層地区において、月ヶ湖湿原の約 10 倍もの放散量が測定された。しかし、今回の調査では各湿原間の放散量の違いに影響する因子が何なのかを明確にすることはできなかった。その解明が今後の課題となる。そのために、月ヶ湖湿原以外の湿原においてもメタン生成ポテンシャル、メタン生成菌数等の測定を行いたい。

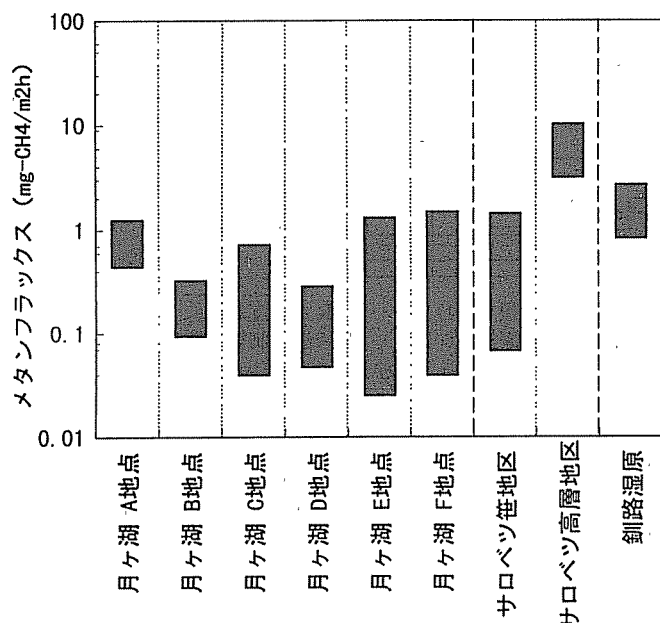


図14 各地点で測定されたメタン放散量の範囲