

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：11501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24658197

研究課題名(和文) 渡り鳥の飛来する湖沼底泥の農業用肥料としての利用可能性に関する研究

研究課題名(英文) Research on availability as agricultural fertilizer of lake sediment in which a migratory bird comes flying

研究代表者

梶原 晶彦 (KAJIHARA, Akihiko)

山形大学・農学部・助教

研究者番号：60291283

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：渡り鳥の飛来によって富栄養化が進んでいる農業用溜池では、糞尿由来の栄養塩が蓄積された底泥の処理が重要な問題となる。一方で、この底泥を農業用肥料あるいはメタンガス発酵の基質として活用することができれば底泥処理や農業生産活動のコスト軽減化につながる。上記の2点について山形県鶴岡市の大山上池・下池の底泥を使用した室内実験を行った。結果として、底泥を重量換算で約7%混入することによって慣行の化学肥料とほぼ同等の効果が得られることが判った。また、メタン発酵では温度環境を調整することにより、最大で約30%のメタンガスが回収可能であるという結果が得られた。

研究成果の概要(英文)：In the cistern for agriculture which eutrophication is following by flying of the migratory bird, processing of sediment in which the nutrition salt of feces-and-urine origin was accumulated poses an important problem. On the other hand, if this sediment is utilizable as agricultural fertilizer or a substrate of methane fermentation, it will lead to sediment processing or cost mitigation of agricultural output activities. About the two above-mentioned points was conducted, the laboratory experiment which uses sediment of the Oyama-Kamiike pond and Shimoike pond at Tsuruoka-city, Yamagata. As a result, by mixing sediment about 7% by weight conversion showed that an effect almost equivalent to a habitual chemical fertilizer was acquired. Moreover, in methane fermentation, the result that about 30% of methane was callable was obtained at the maximum by adjusting temperature environment.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：農業用溜池 水質保全 底泥 肥料 メタン発酵

1. 研究開始当初の背景

本大学の位置する山形県庄内地方では、現在、里山・ため池・湿地の保全を中心とした『庄内自然博物館構想』が進められている。これは、県民自然休養林に指定されている高館山、高館山を集水域とし地域に農業用水を供給してきた大山下池、大山下池下流域に広がり多種の鳥類や希少植物種が存在する都沢湿地、を一体化して地域住民のみならず県外・海外からも注目される自然保全活動を展開しようとするものである。なお、大山下池は上池と共に渡り鳥の飛来場所として 2008 年 10 月にラムサール条約に登録されている。

しかし、高館山からの大量の落葉の流入、冬期間に飛来する白鳥・カモ類の糞による汚染、が主要因となり大山上池・下池は急速に富栄養化しつつある。これらの要因によって冬季の間ため池に蓄積された底泥からの栄養塩溶出によって、上池・下池は春期～秋季の間はハス、ヒシ、スイレンが池一面に繁茂すると共に、アオコなどの藻類の大規模発生も観測されている。

この対策の一つとして池底泥の浚渫が考えられるが、これは数十 ha の面積を持つ上池・下池では浚渫量が莫大となり、労力面・コスト面で困難な点が多い。しかし、この底泥には豊富な栄養塩が含まれていることから、農業用肥料としての利用可能性が考えられる。また、同様に有機物を豊富に含むことから、メタン発酵処理によるメタンガスの利用可能性も期待できる。

2. 研究の目的

以上の背景から、本研究では、富栄養化の進んだ溜池水質保全策の一環として、湖沼底泥除去後の再利用を目指し、農業肥料化やメタン発酵に関する知見を得ることを目的とした。研究対象とした溜池では、特にその要因として冬季に飛来する渡り鳥の糞尿が考えられたため、底質の季節変化性なども考慮して検討を行う。

3. 研究の方法

(1) 肥料利用可能性の検討

大山下池からの採泥は 2012 年 5、7、10 月および 2013 年 8 月、9 月、11 月に行った。水稻の品種はササニシキを用い、野外ポット実験を行った。1/5000a ワグネルポットに底泥の施用割合をかえた試験区計 7 区を作成し、各 3 反復とした。生育調査は 1 日おきに草丈、茎数、葉色を測定した。土壌分析の項目は窒素、リン、カリウム、有機物である。

(2) メタンガス利用可能性の検討

まず、底泥からのメタンガス発生の可能性を調べるために、試験管に底泥 10mL と表層水 10mL を入れ、還元剤と酢酸ナトリウムの添加、水素による気層置換の有無により 6 区の実験区を設定し、54 日間培養した。

この結果を参考に、9 月に採取した底

泥 10mL と表層水 10mL を試験管に入れ、酢酸ナトリウムの添加、水素による気層置換の有無と、10、20、25、30 の培養温度により 12 区の実験区を設定し、59 日間培養した。

更に冬季の底泥試料 250mL と表層水 300mL をフラスコに入れ、酢酸ナトリウムを添加し 25 で 30 日間培養した。

4. 研究成果

(1) 底質の季節変化について

2013 年度の土壌分析について表 1、表 2 に示す。全窒素については 5 月から 7 月にかけて値が増加し、10 月で最も低い値を示した。リンについては全窒素と同様に 5 月から 7 月にかけて値が増加し、10 月に低い値を示した。カリウムについては 5 月に最も大きな値を示し、7 月、10 月にはほとんど差がなかった。有機炭素については、5 月、7 月に大きな値を示し、10 月に最も低い値を示した。Ca については、5 月から 7 月にかけて値が増加し、10 月に最も低い値を示した。Mg については、5 月から 7 月にかけて値が減少し、10 月に最も大きな値を示した。水田土はリン、カリウムについては前年の化成肥料成分が残っていた影響により高い値を示した。

表 1 各土壌試料における N,P,K 値

	N (%)	P (mg/100g)	K (mg/100g)
5 月底泥	0.95	8.8	24.3
7 月底泥	1.05	9.7	20.3
10 月底泥	0.86	7.5	20.6
水田		22.2	23.1

表 2 有機炭素、Ca、Mg 値

	有機炭素 (%)	Ca(mg/100g)	Mg(mg/100g)
5 月底泥	38.54	30.2.0	139.2
7 月底泥	37.21	326.7	120.5
10 月底泥	28.08	273.7	142.8
水田	8.37	129.0	29.8

各項目に顕著な差がなかったことから、底泥に含まれている窒素が緩行性、あるいは水田土に残留していた肥料分で出穂前までは成長できることが考えられる。10 月採取分が低い値を示したのは、夏季においてヒシやハスなどが繁茂したことによって底泥から栄養分が供給されたと考えられる。

(2) 底泥の肥料としての利用可能性

水稻栽培における草丈の生育調査の結果を図 1 に示した。底泥の割合 0.7、0.9% が他の処理区に比べ成長が大きく、慣行区がやや成長が小さかったが、いずれの処理区も差はほとんどなかった。草丈、茎数、葉

色の生育比較の結果から、茎数には生育途中でバラツキがみられたものの、全ての処理区において生育終期の値に大きな差はみられなかった。また、草丈、葉色については生育初期からの後期にかけて、各処理区で大きな差がみられなかった。このことから、底泥に含まれている窒素は速効性ではなく、緩効性のもの、あるいは、水田土に残存していた肥料分で出穂前までは成長できることが考えられる。また、6月中旬に水稻を移植したため、水稻が移植前の生育前の生育環境、肥料成分に影響されたことも考えられる。

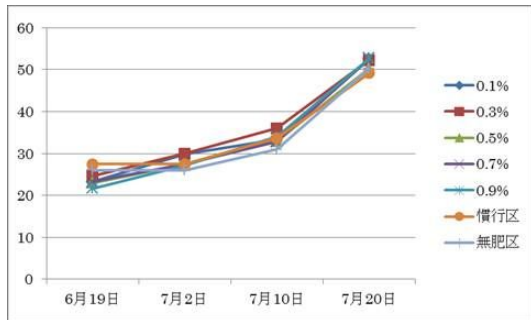


図1 ポット試験水稻の草丈

化学肥料を用いた慣行区とほぼ同様の結果が得られたことから、本溜池の底泥が肥料として利用できる可能性が示唆された。ただし、本実験では最適な配合率が明らかにできなかったため、さらに現地実験を含めた検討が必要である。

### (3) メタンガスの利用可能性

還元剤を添加した試料と添加しない試料を比較すると、還元剤を添加した試料の方がガス中のメタン濃度の上昇速度は遅いが、培養54日目のメタン濃度は高かった。これは、還元剤として添加したL-システイン塩酸塩が、最初の反応を阻害したためではないかと考えられる。水素で気相置換した試料、酢酸ナトリウムを添加した試料、無処理の試料を比較すると、還元剤を添加した試料と添加しない試料の両方で、酢酸ナトリウムを添加した試料において最も高いメタン濃度が得られ、還元剤を添加した試料では14.3%であった(図2)。

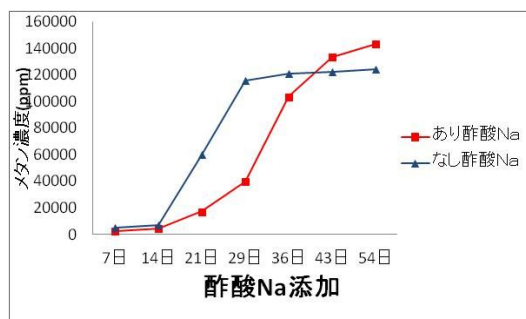


図2 酢酸Na添加条件下のメタン濃度変化

これは、底泥単位重量あたりのメタンガス発生量に換算すると618mL/kgである。また、還元剤と酢酸ナトリウムを添加した試料のメタン濃度は14.3%だったのに対し、酢酸ナトリウムのみを添加した試料のメタン濃度は12.4%であったことから、底泥からのメタン発生量への還元剤の影響は大きくないと考えられる。

10、20、25、30でそれぞれ培養した試料を比較すると、培養温度が上昇するほどガス中のメタン濃度の上昇速度は速くなり、培養59日目のガス中のメタン濃度も高くなった。これにより、大山下池のメタン生成細菌の活動に最適な培養温度は30以上であることがわかった。最もガス中のメタン濃度が高かったのは、酢酸ナトリウムを添加し30で培養した試料で、メタン濃度は15.2%であった(図3)。底泥単位重量当たりのメタン発生量に換算すると657mL/kgである。これは、実験[1]で還元剤と酢酸ナトリウムを添加した試料よりも高い濃度であり、大山下池の底泥からのメタンガス発生量を増加させるためには、還元剤の添加よりも培養温度の上昇が効果的であると考えられる。

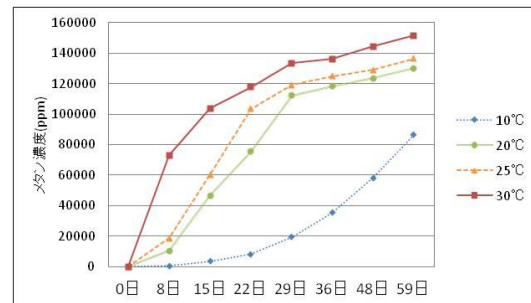


図3 各温度におけるメタン濃度変化

底泥の有機物量は11月下池の底泥が最も少なかったが、実験開始後15日の時点でのガス中のメタン濃度は8月下池の底泥を用いた試料で0.432%、9月下池の底泥を用いた試料で9.07%、9月上池の底泥を用いた試料で9.37%、11月下池の底泥を用いた試料で10.7%となり、11月底泥で最大となった。ただし、冬季には温度調節が困難になり易いことから、本実験でも15日以降の発生量は不安定となった。今後の検討課題である。

以上より、大山下池の底泥から利用可能なレベルのメタンガス発生が可能であること、25~30程度の培養温度と酢酸ナトリウムの添加が有効であることが明らかになった。

### (4) まとめと課題

(1)~(3)より、本溜池の底泥は渡り鳥の糞尿の影響を受け、栄養塩類濃度、有機物濃度等が顕著に大きく、肥料としての利用可能性およびメタン発酵処理によるメタンガス利用可能性について、いずれも実

用化レベルで可能であると考えられた。今後さらに圃場レベルやプラントレベルでの検証が望まれる。

〔学会発表〕(計2件)

梶原晶彦,能登真、大山下池の水質浄化を目的とした底泥肥料化の可能性について、第8回もがみがわ水環境発表会、2012、pp69-70、山形市

梶原晶彦,新野薫、富栄養化湖沼の底泥を基質とした嫌気性処理によるメタンガス発生能、農業農村工学会全国大会、2014(予定)、新潟市

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

梶原晶彦 (KJIHARA Akihiko)

山形大学・農学部・助教

研究者番号：60291283