

平成 22 年 6 月 18 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19580388

研究課題名（和文） 改良型温室効果ガス 3 成分同時分析法開発に関する研究

研究課題名（英文） Development of combined gas analyzer for 3 greenhouse gases

研究代表者

須藤 重人（SUDO SHIGETO）

独立行政法人農業環境技術研究所・物質循環研究領域・主任研究員

研究者番号：40354071

研究成果の概要（和文）：

温室効果ガス 3 成分同時分析法（既開発）を改良し、分離カラム構成の見直し、添加ガスの選択や、自動注入に関する手法の考案することで、より簡便かつ安価なシステムを開発した。ECD 検出器の代替として PDD（パルス放電イオン化）検出器の使用の目処がたった。従来 2 槽の恒温槽を要する設計を改良し 1 槽で分析可能とした。改良型ガス自動注入器の実用に目処が立った。

研究成果の概要（英文）：

Modified gas analyzing system for 3 greenhouse gas was developed by redesignation of the combination of separation columns, changing the dope gas, and invention of new gas injection mechanisms. In this, utilization of PDD (Pulse Discharged Detector) as alternative of ECD (Electron Capture Detector) was verified, one-oven system was established while conventional method was by two-ovens, then new design of automated gas injection system was established.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：

科研費の分科・細目：農学・境界農学

キーワード：環境分析、地球温暖化ガス排出削減、環境質定量化・予測

1. 研究開始当初の背景

既存の温室効果ガス 3 成分自動同時分析計をさらに簡便かつ低廉な製造コストで製作するための改良研究が望まれていた。

2. 研究の目的

ガス分離手法の改良、検出手法の改良、自動注入法の改良を行う。

3. 研究の方法

ガスクロマトグラフを使用した温室効果ガス計測手法の改良。亜酸化窒素検出に必要な

ECD 検出器の代替品としての PDD 検出器の使用の実用化検証。カラム構成と分離のための最適温度条件の決定。新たなガス自動注入器の構造設計と試作機製作。

4. 研究成果

概要：温室効果ガス 3 成分同時分析法（既開発）を改良し、分離カラム構成の見直し、添加ガスの選択や、自動注入に関する手法の考案することで、より簡便かつ安価なシステムを開発した。ECD 検出器の代替として PDD（パルス放電イオン化）検出器の使用の目処がたった。従来 2 槽の恒温槽を要する設計を改良し 1 槽で分析可能とした。改良型ガス自動注入器の実用に目処が立った。

1 年目：既に製作済みの試作機で得られたガスクロマトグラフ保持時間にもとづくシミュレーション計算を活用して、さらなる好適条件を検討した。当初の研究計画では、以下のような改良ポイントを想定した。

1：これまで分離特性の面から扱いが困難であったキャピラリーカラムの活用も検討する。

2：ガスクロマトグラフ恒温槽を 1 槽化（従来は 2 槽）の可能性について検討する。

3：電子捕獲型検出器（ECD）による高感度の亜酸化窒素（N₂O）検出について、より一層の好適条件を、温度、流量、メイクアップガス混合比等の組み合わせによって検討する。

4：メタン（CH₄）検出に使用する水素炎イオン化検出器（FID）に替わる検出器（脚注参照）（PID、PDD など）の使用可能性を検討し、性能を比較する。

5：注入方法について、従来の既製のガスクロマトグラフ部品のみならず、効率的な手法について検討し、試料の注入過程の効率化をはかる

この中で、平成 19 年度計は、改良ポイント 1, 2 について特にシミュレーション計算によって検討した。1 については、分離能そのものの性能では、充填カラムの優位性は変わらなかったが、3 段分離のうち 1 段ないし 2 段目を充填カラムとし、最終段をキャピラリーカラムとする（この最終段には PoraBOND Q 25m 0.53 μm というものを使用する）手法について、可能性があること結論した。この改良によって、検出器に進入する際のピークシグナルが大幅にシャープとなることが期待される。実際の適用については 20 年度に実施し、これを使用した上で、3～5 についての適用性についても検討する予定である。また、2 については、2 段目の充填カラムの温度条件如何にかかわる問題で、恒温槽全体を 100℃～120℃にすれば、1 槽での 3 成分分離も可能とシミュレーションしたが、これにつ

いても、20 年度に実際に検証する。

2 年目：19 年度の結果を踏まえ、上記ポイントについて検討をすすめた。

1：特に二酸化炭素と亜酸化窒素のキャピラリーカラムを活用した完全分離手法について検討した。大気中濃度が二酸化炭素の方が 1000 倍高いため、良好な分離条件を見出すのに難航したが、一部液体窒素を活用した低温濃縮法を採用することで、分離そのものは可能となった。ただし、実用化のためには、冷媒を使用しないより簡便な手法が求められる。

2：既存のガスクロマトグラフでない安価な保温用オープンを活用することでコスト削減に道筋ができた。

3：ECD へのメタンの添加比率等を詳細に検討し、混合比の最適条件を見出した。

4：、PDD を活用した N₂O の検出が可能となった。これにより、3 成分を 1 検出器で計測できる可能性が拓けた。

5：自動注入法に関する試作器の開発に着手した。但し、未だ動作安定性の面で問題があるため、製品化にむけて試作機の完成度（エラー率の低減等）向上をはかることとした。

3 年目：過去 2 カ年で残された課題である 5 の試料自動注入について試作をさらに進めた。試料びんの重力式搬送機構と空圧駆動のガス注入シリンジ動作、回転式試料びん装填等の機構を見直した結果、エラー率（分析中に誤動作等で停止する等のトラブル）は、大幅に縮減し、従来の 100 回に 1 度から 500 回に 1 度程度まで向上した。残る課題は、びんの個体差から生じる搬送動作の不安定さであるが、これは次期研究課題において解決したい。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 6 件）

Weixin DING, Kazuyuki YAGI, Hiroko AKIYAMA, Shigeto SUDO, Seiichi NISHIMURA (2007) Time-lagged induction of N₂O emission and its trade-off with NO emission from a nitrogen fertilized Andisol, SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION, 53, 362-372.

Weiguo Cheng, Kazuyuki Yagi, Hiroko Akiyama, Seiichi Nishimura, Shigeto Sudo, Tamon Fumoto, Toshihiro Hasegawa, Anne E. Hartley, J. Patrick Megonigal (2007) An Empirical Model of Soil Chemical Properties that Regulate Methane Production in Japanese Rice Paddy Soils,

Seiichi Nishimura, Seiichiro Yonemura, Takuji Sawamoto, Yasuhito Shirato, Hiroko Akiyama, Shigeto Sudo, Kazuyuki Yagi, Effect of land use change from paddy rice cultivation to upland crop cultivation on soil carbon budget of a cropland in Japan, AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT, 125, 2008, 9-20.

Atsushi Hayakawa, Hiroko Akiyama, Shigeto Sudo, Kazuyuki Yagi, N₂O and NO emissions from an Andisol field as influenced by pelleted poultry manure, SOIL BIOLOGY & BIOCHEMISTRY, 41, 2008, 521-529.

Atsushi Hayakawa, Hiroko Akiyama, Shigeto Sudo, Kazuyuki Yagi, N₂O and NO emissions from an Andisol field as influenced by pelleted poultry manure, SOIL BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 41 (3), 2009, 521-529.

Hiroko AKIYAMA, Atsushi HAYAKAWA, Shigeto SUDO, Seiichiro YONEMURA, Takeshi TANONAKA, Kazuyuki YAGI Automated sampling system for long-term monitoring of nitrous oxide and methane fluxes from soils, SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION, 55 (3), 2009, 435-440.

[学会発表] (計 23 件)

1. Shigeto Sudo (2007) 温室効果ガス 3 成分自動分析計の開発 Development of combined GC system to measure 3 major greenhouse gases automatically. JPGU Annual Meeting.
2. 早川 敦, 秋山博子, 須藤重人, 八木一行 (2007) 鶏糞ペレット堆肥を施用した黒ボク土からの N₂O、NO 放出 ペレット堆肥、粉末堆肥、化学肥料の 3 処理による比較, 日本土壤肥料学会 講演要旨集, 53, 190
3. 矢野翠, 豊田栄, 木庭啓介, 秋山博子, 早川敦, 須藤重人, 西村誠一, 八木一行, 吉田尚弘 (2007) 施肥された農耕土壌から放出される N₂O のアイソトポマー比, 日本地球化学会講演要旨集, 11
4. 須藤重人, 秋山博子, 早川敦, 西村誠一, 八木一行 (2008) 温室効果ガス 3 成分同時自動分析計の開発と適用事例, 日本土壤肥料学会 講演要旨集(54), 191
5. 須藤重人 (2008) 陸域温室効果ガスフラックス観測手法の開発, 日本地球惑星科学連合大会, F118-P022
6. 須藤重人 (2009) 3 つの温室効果ガス (CO₂, CH₄, N₂O) を同時かつ自動で分析する, TX テクノロジーショーケース 2009
7. 須藤重人 (2009) 新たな水管理技術によるメタン抑制実証試験の概要, 土壌由来温室効果ガス計測・抑制技術実証普及事業関東ブロック説明会
8. 須藤重人 (2008) 水田からのメタン発生とその抑制技術に関する基調講演, 土壌由来温室効果ガス計測・抑制技術実証普及事業東海ブロック説明会
9. 須藤重人 (2008) 新たな水管理技術によるメタン抑制実証試験の概要, 土壌由来温室効果ガス計測・抑制技術実証普及事業近畿ブロック説明会
10. 須藤重人 (2008) 新たな水管理技術によるメタン抑制実証試験の概要, 土壌由来温室効果ガス計測・抑制技術実証普及事業中国・四国ブロック説明会
11. 須藤重人 (2008) 水田からのメタン発生とその抑制技術に関する基調講演, 土壌由来温室効果ガス計測・抑制技術実証普及事業九州ブロック説明会
12. 早川敦, 秋山博子, 須藤重人, 八木一行 (2008) ペレット堆肥, 慣行堆肥および化成肥を施用した淡色黒ボク土畑におけるメタンフラックス, 日本土壤肥料学会 講演要旨集(54), 194
13. 伊藤雅之, 嶋村鉄也, 大手信人, 須藤重人 (2008) 人為的改変をうけた熱帯泥灰湿地の温室効果ガス動態, 日本土壤肥料学会 講演要旨集, 54, 200
14. 秋山博子, 須藤重人, 田野中武志, 早川敦, 八木一行 (2008) 圃場におけるガスフラックス測定のための可搬型サンプリング装置の開発, 日本土壤肥料学会 講演要旨集, 54, 19
15. 須藤重人 (2009) 農耕地由来の温室効果ガスの発生量把握と削減への取り組み, 日本地球惑星科学連合 2009 年大会, F119-005
16. 須藤重人, 伊藤雅之, 八木一行 (2009) 農耕地温室効果ガス計測におけるリレーショナルデータベースシステム (RDB) の活用,

日本土壌肥料学会 講演要旨集(55), 192

17. S Sudo, M Ito, K Yagi (2009) Approaches for mitigation of greenhouse gas emission from agricultural fields, Abstract for AGU FALL MEETING, B51C-0327

18. 田中正文, 須藤重人, 森下智陽, KSTAC, 相吉英太郎 (2009) 山岳地帯の温室効果ガス計測, 日本土壌肥料学会 講演要旨集(55), 202

19. 伊藤雅之, 須藤重人, 八木一行 (2009) 新たな水管理技術による水田からのメタン放出抑制試験 8 県 9 サイトの結果, 日本土壌肥料学会 講演要旨集(55), 193

20. 時村金愛, 餅田利之, 有村恭平, 古江広治, 須藤重人, 伊藤雅之 (2009) 南九州シラス水田における温室効果ガス発生の特徴 水管理と温室効果ガス発生の関係, 日本土壌肥料学会 講演要旨集(55), 193

21. 餅田利之, 時村金愛, 有村恭平, 古江広治, 須藤重人, 伊藤雅之 (2009) 南九州シラス水田における温室効果ガス発生の特徴 土壌中の炭素及び窒素含量と温室効果ガス発生との関係, 日本土壌肥料学会 講演要旨集(55), 193

22. 早川敦, 秋山博子, 須藤重人, 八木一行 (2009) 2 年間の家畜ふん堆肥連用後の硫安施用が淡色黒ボク土からの N₂O、NO 発生におよぼす影響, 日本土壌肥料学会 講演要旨集(55), 186

23. 木村園子ドロテア, 岸本(莫)文紅, 関川清広, 米村正一郎, 大浦典子, 須藤重人, 早川敦 (2010) 都市に隣接する多摩丘陵の森林土壌における CO₂, CH₄, N₂O フラックスの空間変動 1. 異なる 2 時期の空間変動の特徴, 日本生態学会第 57 回全国大会

〔図書〕(計 1 件)

須藤重人 (2008) 温室効果ガス三成分を自動分析 -農業を通して地球の温暖化を考える-, ニューカントリー, 北海道協同組合通信社(648), 28-29

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称: ガス採取装置

発明者: 秋山博子, 須藤重人, 田野中武志

権利者: (独) 農業環境技術研究所

種類: 特許

番号: 特願 2008-011540

出願年月日: 2008. 1. 22

国内外の別: 国内

2008. 7. 1 実施許諾

○取得状況 (計 1 件)

名称: 大気ガス測定方法及び装置

発明者: 須藤重人

権利者: (独) 農業環境技術研究所

種類: 特許

番号: 特許第 4406694 号

取得年月日: 2009. 11. 20 特許登録

国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.niaes.affrc.go.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者:

須藤 重人 (SUDO SHIGETO)

独立行政法人農業環境技術研究所・物質循

環研究領域・主任研究員

研究者番号: 40354071