

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：53203

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25740034

研究課題名(和文) 固相ON/OFF変色反応を駆使する途上国飲料水汚染度のマルチポイント計測法の開発

研究課題名(英文) Development of on-site analysis of drinking water in developing country using ON/OFF color reaction on solid phase

研究代表者

間中 淳 (Manaka, Atsushi)

富山高等専門学校・物質化学工学科・准教授

研究者番号：90413757

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：これまでに構築してきた比色分析に用いられる変色反応を制御することで急激な変色を示す変色反応系をセルロースろ紙上で行えることを見出した。このろ紙上での変色反応を用いることで、ろ紙の変色した数による、フッ素等の汚染物質の目視分析法を開発した。さらにチュニジアにおける分析法の性能を評価した結果、国内外の可搬性、操作性においても十分使用できることを確認することができた。今後は発色感度を高めることを検討したいと考えている。

研究成果の概要(英文)：It was found that color reaction with dynamic color change by controlled conventional color reaction on cellulose membrane. Moreover, by use of membrane with the color reaction on, visual analysis of fluoride by count of number of discoloring could be established. Furthermore, the proposed method was evaluated by field test at Tunisia. As a result, it is found that this proposed method suited for on-site analysis in Tunisia, in portability and simplicity of operation. we would like to attempted to improved performance of proposed method as sensitivity of discoloring.

研究分野：分析化学

キーワード：目視分析 変色数 試験紙 途上国

1. 研究開始当初の背景

飲料水中のフッ素汚染は、発展途上国における環境問題の一つであり、この物質による汚染度を把握することが求められている。しかしながら、資金、人材に限られることから、先進国の分析技術を直接導入することは、極めて困難であり、これらの国では、誰もがどこでも行えるオンサイト分析技術の開発が重要な鍵となる。これまで有効な現場分析法として比色法等が開発されているが、色の濃淡によって濃度を判定するため、分析結果が測定者個人の色覚に強弱に依存し、分析結果の信頼性の問題が残されていた。

2. 研究の目的

本研究では、途上国における飲料水の汚染問題の一つとなるフッ素に関して、誰でも明確に濃度を判定する分析技術の構築のため、研究期間内で以下の内容を検討した。

- (1) 固相上におけるフッ素の比色反応をデジタル化した反応系の構築
- (2) 変色数による目視分析試験紙法の開発
- (3) 途上国におけるフィールドテストによる分析性能の評価

3. 研究の方法

本研究の概要を図1に示す。

- (1) これまでに濃度に応じて色調が変化する通常の変色反応においてある種の阻害反応を組込むことで、試料濃度がある閾値を境に急激に変色する反応系構築してきたが、この反応をを固相上に組込むことを検討した。
- (2) この構築した固相上の変色反応を用いて、試験紙上で変色数による濃度測定を行う。
- (3) さらに、構築した分析法の性能を実際の途上国における水分析に応用することで、分析性能を評価する。

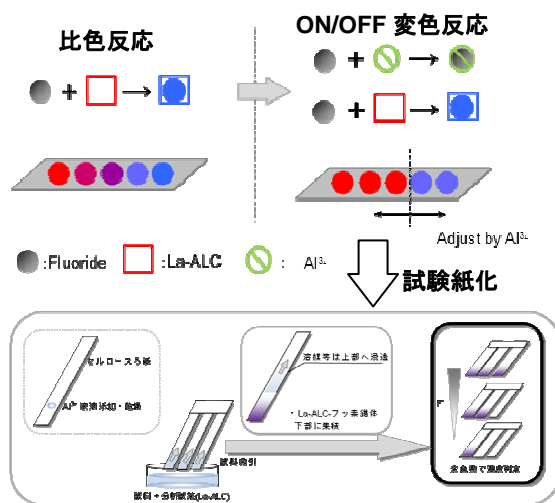
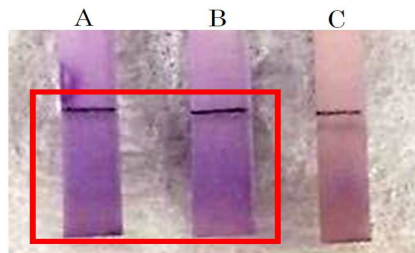


図1 本計測法の概要

4. 研究成果

(1) 固相上における変色反応の構築
 これまでに構築してきた溶液系の反応と同様にフッ素の比色法に用いられるランタンアリザニンコンプレクソ(La-ALC)変色反応は、アルミニウムイオンを共存させると、連続的な色調の変化が、一定のフッ素濃度に応じて急激な変色を示す変色反応に変化することを確認することができた(図2)。また、同様に、変色までに要するフッ素イオン濃度は添加するアルミニウムイオン濃度によって制御できることが確認することができた。



[F⁻]: 0.8 ppm
 [Al³⁺]添加濃度 A: 0 ppm B: 1 ppm C: 1000 ppm

図2 変色反応の ON/OFF 化

(2) 変色数による目視分析試験紙法の開発
 また、この変色反応を組込んだ試験紙を用いることで、変色数による目視分析も可能であった(図3)。さらに本法は、pH2~12の幅広いpHの範囲で試料の測定が可能であった。共存物質については、いくつかのイオンに関しては比色法と同様に影響を受ける。その度合いは比色法と比べ低くなるのが分かったが、今後共存物の影響を低減する必要があると思われる。また、国内の水道水中のフッ素濃度測定に応用したところ、問題なく使用することができた。

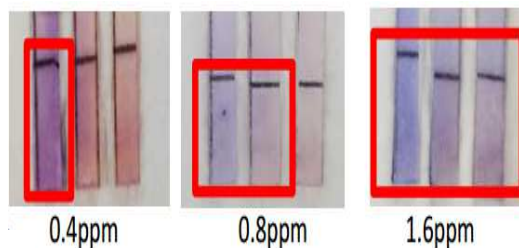


図3 変色数による目視分析

(3) 現地におけるフィールドテスト
 さらに、筑波大学北アフリカ研究センターの協力の下、チュニジアでのフィールドテストを行い、その分析性能を評価した。その結果、操作性、国内外の可搬性においても問題なく使用することができた。視認性においてはやや変色の感度が低いことから、発色性の向上が今後の課題である。

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 2 件)

- ①. 間中淳、坂上千尋、佐藤祐、五十嵐淑郎、袋布昌幹、入江光輝; 変色反応に基づく目視分析のためのデバイスの作製と性能評価, Journal of Ecotechnology Research, 17[2], 95- 98 (2014). 査読有
- ②. Y. Morita, T. Toshima, A. Manaka, M. Tafu, On-site Determination of Fluoride in Gypsums, proceeding of (Fourth International Symposium on Technology for Sustainability ISTS 2014(査読付きプロシーディング)). 査読有

[学会発表] (計 11 件)

- ① S. Fukiage, A. Manaka, S. Igarashi, Development of Test Paper for Fluoride Ion with ON-OFF Color Change Reaction, PITTCON 2015(New Orleans)2015. 3. 10
- ② A. Manaka, S. Furuyama, M. Tafu, M. Irie, S. Igarashi, Examination of Two type of Visual Fluoride Analysis, 9th International Forum on Ecotechnology (Miyako Island, Okinawa)
- ③ S. Fukiage, A. Manaka, M. Tafu, M. Irie, S. Igarashi, Investigate of Test Paper Analysis of Fluoride ion based on Binary Color Reaction, 9th International Forum on Ecotechnology (Miyako Island, Okinawa)
- ④ A. Manaka, K. Kaburagi, S. Furuyama, M. Tafu, M. Irie, and S. Igarashi, ON-SITE ANALYSIS COMBINED WITH AUTOCATALYTIC REACTION AND SMART DEVICE, Tunisia-Japan Symposium R&D of Energy and Material Science for Sustainability 2014(Tunisia), 2014. 11. 30.
- ⑤ Yuma Morita, Takeshi Toshima, Atsushi Manaka, Masamoto Tafu, On-site Determination of Fluoride in Gypsums, International Symposium on Technology for Sustainability 2014(ISTS 2014)(台湾国立台北科技大学) 2014. 11. 19-21. Presentation Award 受賞
- ⑥ 吹上祥平、間中淳、五十嵐淑郎、アルミニウムイオン/アルフッソン系 ON/OFF 化変色反応の試験紙化とフッ化物イオンの簡易目視定量, 第 14 回高山フォーラム (高山市図書館) 2014. 11. 16 優秀賞受賞
- ⑦ A. Manaka, T. Sakagami, Y. Sato, S. Igarashi, Development of visual analysis for fluoride ions with On-OFF color change reaction by image processing technology assistance, PITTCON 2014 (McCormick Place in Chicago) 2014. 3. 4

- ⑧ Atsushi Manaka, Masamoto Tafu, Mitsuteru Irie, Shukuro Igarashi, Development of on-site analytical device for fluoride with On/OFF color reaction, The Tunisia-Japan Symposium on Science, Society and Technology(TJASSST 2013) (Hotel El Mouradi-Hammamet, Tunisia)2013. 11. 17
- ⑨ 坂上千尋、間中淳、五十嵐淑郎、ON/OFF 変色反応を用いるフッ化物イオンの高視認性目視分析法に関する研究, 「分析中部・ゆめ 21」若手交流会・第 13 回高山フォーラム (高山市図書館) 2013. 11. 15, 16
- ⑩ 坂上千尋、間中淳、五十嵐淑郎、フッ化物イオン目視分析法のデバイス化に関する検討, 第 32 回分析化学中部夏季セミナー (能登休暇村) 2013. 8. 31
- ⑪ A. Manaka, G. Yamazaki, M. Tafu, M. Irie, and S. Igarashi, Visual Analysis for Fluoride based on Binary Color Reaction With Lanthanum Alizarin Complexone and Aluminium Ion And User Test in Tunisia Lyceum Student, International Joint Conference CB-WR-MED Conference/ 2nd AOP' Tunisia Conference for Sustainable Water Management, (Tunis) 2013. 4. 26

[その他]

- 中部支部奨励賞および 2015 年度日本分析化学会中部夏季セミナー、受賞講演内定

○ホームページ等

http://www.nc-toyama.ac.jp/WEB_Profile/manaka/index.html

○アウトリーチ活動

- ・2014NEW 環境展(東京ビッグサイト) 出展)2014. 5. 28-29
- ・エコプロダクト 2013 (東京ビッグサイト)2013. 12. 12-14
- ・イノベーションジャパン 2013(東京ビックサイト) 2013. 8. 29-30
- ・2013 New 環境展(東京ビックサイト) 2013. 5. 26

○合同セミナーの開催

- ・福島大学との第 5 回合同セミナー (富山)2014. 9. 5, 6
- ・福島大学との第 4 回合同セミナー (富山)2013. 12. 15

6. 研究組織

(1) 研究代表者

間中 淳 (MANAKA, Atsushi)
富山高等専門学校・物質化学工学科・准教授、研究者番号: 90413757

(2) 研究分担者

なし

(3) 研究協力者

- ・松永 英之 (MATSUNAGA, Hideyuki)

産業技術総合研究所・東北サテライト・産
官学コーディネーター

研究者番号： 60157336

- ・五十嵐 淑郎 (IGARASHI, Shukuro)

茨城大学・工学部・教授

研究者番号： 70150258

- ・川上 智規 (KAWAKAMI, Tomonori)

富山県立大学・教授

研究者番号： 10249146

- ・袋布 昌幹 (TAFU, Masamoto)

富山高等専門学校・物質化学工学科・教授

研究者番号： 50270244

- ・入江 光輝 (IRIE, Mituteru)

筑波大学・北アフリカ研究センター・准教授

研究者番号： 50451688

- ・高貝 慶隆 (TAKAGAI, Yoshitaka)

福島大学・共生システム理工学類・准教授

研究者番号： 70399773