

り、この scavenger receptor X は、酸化 LDL を細胞内に取り込み、その脂質代謝経路が HB-EGF の転写も活性化することがわかりました。今後は scavenger receptor X を発現している細胞から抗体産生の hybridoma を作製し、酸化 LDL- scavenger receptor X による HB-EGF の分泌機構を抑制する抗体を選定していく予定です。

三つ目は microRNA Array です。HB-EGF に関連した miRNA と臨床的予後に関連した miRNA をアレイ解析し、real-time PCR や卵巣がん細胞株を用いて検証し、miR-A-3p を同定しました（特願2015-080452—血液中の microRNA による卵巣がんの予後診断方法）。今後は核酸医薬としての有効性を検証する非臨床試験を実施し、臨床応用に向けての核酸医薬の共同研究・開発を行い、DDS（Drug Delivery system）の解決のための超音波治療（ナノバブル）開発も予定しています。

周産期～Microbiome～

従来からの培養法で検出が可能な微生物（サイトメガロウイルス、HIV ウイルスなど）に関しては、子宮内感染が胎児の脳発育に影響を及ぼして、出生後の脳性麻痺、精神発達遅滞、自閉症スペクトラムなどの発症に関与していることが指摘されています。しかしながら、現在多くの微生物は従来の培養法では検出困難であり、そのような微生物が宿主（胎児）

とどのように相互作用して胎児や出生後の疾患の発症に関与するかは全く不明であるのが現況です。

このような背景のなか、当教室では、ヒト羊水を用いて 16S rRNA 遺伝子解析を行い、子宮内感染群で特徴的な微生物のパターンを抽出し、その主因となる 7 菌種（miCAM と命名）を同定しました（特願2016-105177—絨毛膜羊膜炎関連微生物同定ならびに検出方法）。さらに現在は、絨毛膜羊膜炎の羊水中メタゲノム解析を通してフェージやウイルス感染の可能性についても検討しています（図3）。

また、上記研究と並行して、子宮内感染である絨毛膜羊膜炎を特定の菌の種類で 4 群に分け、その羊水中に発現した microRNA のアレイ解析を行っています。探索された microRNA についてはデジタル PCR を用いて宿主の反応としての microRNA の妥当性を検証します。

不妊・内分泌～脂肪組織由来幹細胞（ASCs）～

2001年に皮下脂肪組織の中から接着性の多能幹細胞が世界で初めて同定されて以来、皮下脂肪組織由来幹細胞 adipose-derived stromal cells（ASCs）に関する研究は急速に発展してきています。この皮下脂肪組織由来の再生幹細胞は、性質・機能の面で骨髄由来の間葉系幹細胞に非常によく似ていますが、その最大の特徴は脂肪組織から採取される幹細胞が同程度の骨髄液から採取される幹細胞の1,300倍も多く含

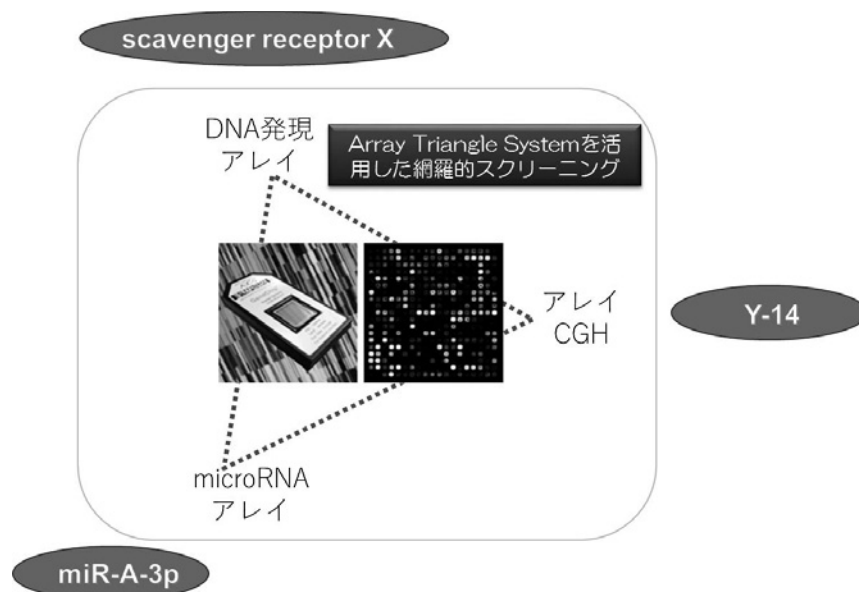


図2 癌増殖過程で特異的に HB-EGF 発現機構が亢進した場合のアレイ解析

まれているという点です。また、種々の細胞の中でも比較的簡単にしかも安全に必要なだけの移植細胞が採取できるという報告もあります。

我々は着床不全の症例の子宮腔内にこの ASCs を投与することで着床率の改善を得ると考えています。ASCs の分離については、すでに多くの臨床研究で

使用されているサイトリ社のセリューション遠心分離機を使用し、ASCs が採れることを確認しました(図4)。すでに予備実験は終了し、2年後には着床不全症例に対して臨床試験を開始する予定としています。

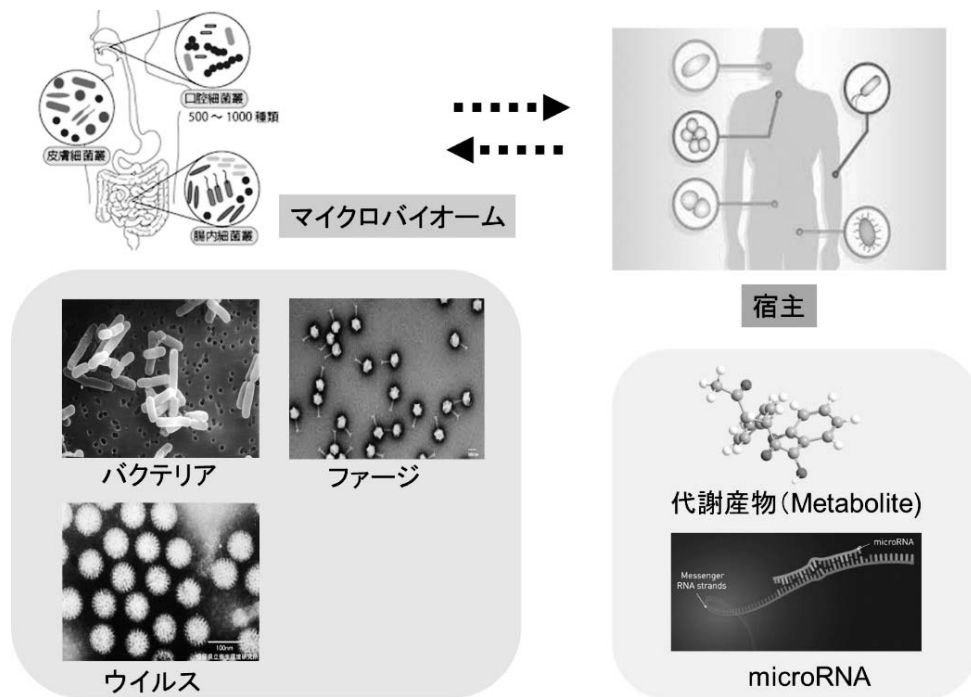


図3 絨毛膜羊膜炎のマイクロバイオーームと宿主の反応

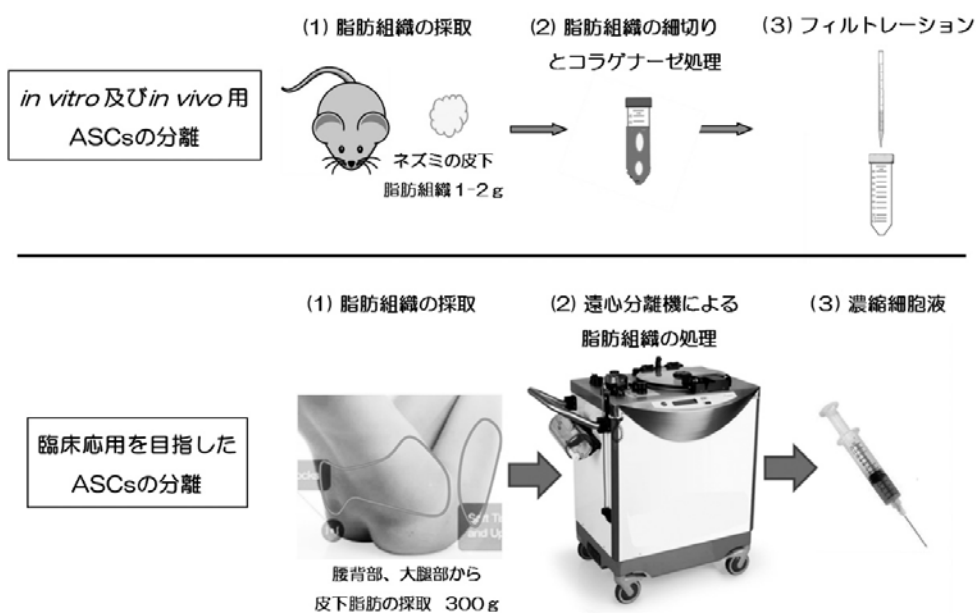


図4 ASCs の分離と同定

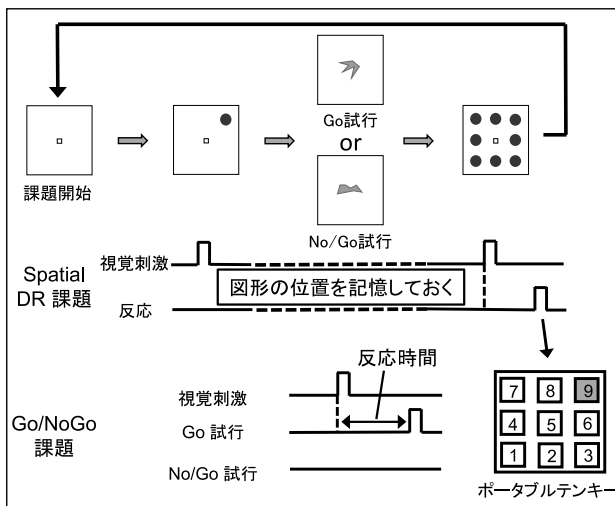


図 1：認知課題の流れ

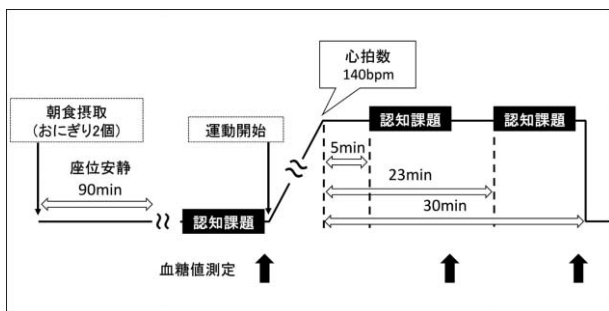


図 2：実験の流れ

研究結果・まとめ

朝食を摂取した条件では、欠食した条件と比較して安静時の血糖値は有意に高値を示した (図 3)。そのときの Go/NoGo 課題の反応時間は条件間で有意な差は認められなかったものの、正解率においては、朝食を摂取した条件と比較すると欠食した条件で有意な低下が認められた (図 4)。しかしながら、その後の中強度運動によって、朝食を欠食した条件では正解率が朝食を摂取した条件と同等まで改善が認められた。また、Go/NoGo 課題の反応時間は条件に関係なく運動によって有意な短縮がみられた (図 5)。

これらの結果から、朝食を欠食することによって安静時の認知機能は低下するが、その後の中強度運動によって認知機能は向上することが示唆された。安静時には朝食欠食時には朝食摂取時と比較すると血糖レベルは低く認知機能は低下していた。つまり、朝食摂取によって脳の神経活動でエネルギー源が利

用しやすい状態となり認知機能が高まったことが考えられるが、朝食摂取による認知機能向上の要因は、代謝亢進や咀嚼などにより脳の覚醒レベルが高まっていることも考えられる。今後、血糖レベルの上昇と認知機能の向上については検証していく必要がある。また、朝食の有無に関わらず中強度の運動によって認知機能に向上が認められた。つまり、一過性の運動のもつ認知機能への有益な効果は朝食を欠食したときにもみられることから、朝食が食べられない場合に、通勤・通学や始業・授業前に運動を取り入れることは、生活の質を高めることにとって重要ではないだろうか。今後は、朝食の内容や運動の強度・時間などより具体的に実践できるような方法の検証が必要であろう。

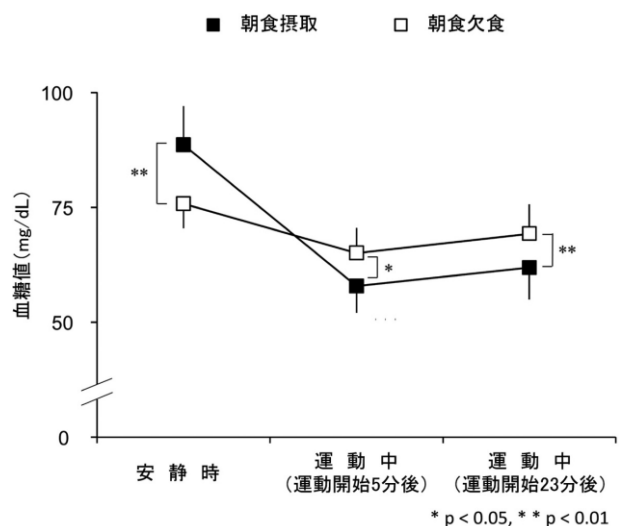


図 3：認知課題時の血糖値の変動

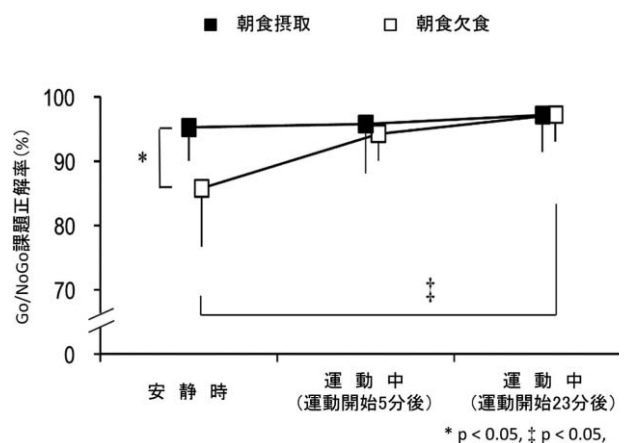


図 4：安静時及び運動中の認知課題正解率

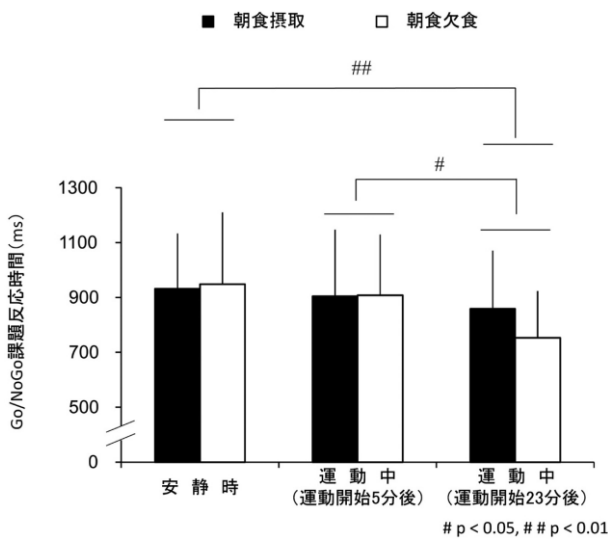


図5：安静時及び運動中の認知課題反応時間

Tanaka, H., Ando, S. Does moderate hypoxia alter working memory and executive function during prolonged exercise? *Physiol Behav* 2015;139:290-6.

文献

1. 厚生労働省 (2015), 平成26年度国民健康・栄養調査結果の概要. <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/0000117311.pdf>
2. Cooper, S. B., Bandelow, S., Nevill, M. E. Breakfast consumption and cognitive function in adolescent schoolchildren. *Physiol Behav* 2011;103:431-9.
3. Cooper, S. B., Bandelow, S., Nute, M. L., Morris, J. G., Nevill, M. E. Breakfast glycaemic index and cognitive function in adolescent school children. *Br J Nutr* 2012;107:1823-32.
4. P. E. Gold, Role of glucose in regulating the brain and cognition. *Am J Nutr.* 1995;61(4 Suppl):987s-995s.
5. Chang YK et al: The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Res* 1453:87-101, 2012.
6. Komiyama T, Sudo M, Okuda N, Yasuno T, Kiyonaga A, Tanaka H, Higaki Y, Ando S. Cognitive function at rest and during exercise following breakfast omission. *Physiol Behav* 157:178-184, 2016.
7. Harada, T., Okagawa, S., Kubota, K. Jogging improved performance of a behavioral branching task: implications for prefrontal activation. *Neurosci Res* 2004;49:325-37.
8. Komiyama, T., Sudo, M., Higaki, Y., Kiyonaga, A.,



結果であった。また、免疫電子顕微鏡では、腫瘍上皮内に直径 $0.2\mu\text{m}\sim 2.3\mu\text{m}$ 大の多角形から円形状の形態をした adipophilin 陽性の空胞の凝集が見られ、脂肪滴であることが裏付けられた。

結 論

我々は、本研究により内視鏡により大腸上皮性腫瘍表層に視覚化される WOS の正体は、大腸腫瘍上皮に集積した脂肪滴であることを世界に先駆けて明らかにした。

4. 考察、今後の展望

脂肪滴が上皮内に集積するメカニズムについては結論が出ていないが、二つの仮説が立てられている³⁾。一つは腫瘍上皮からの受動拡散によって吸収された外来性の脂肪に由来するという「吸収説」。もう一つは腫瘍細胞自身が脂肪滴を合成した内因性の脂肪に由来するという「合成説」である。経口摂取された脂肪は消化され小腸にて大部分が吸収され、大腸内には殆ど存在しない。しかしながら、大腸内にお

いて腸内細菌が食物繊維の代謝産物として短鎖脂肪酸を産生することが知られている。消化管内で産生された短鎖脂肪酸の95%以上が受動拡散及び担体輸送で吸収される。今回の研究で内視鏡により視覚化される WOS の正体は、腸腫瘍上皮に集積した脂肪滴であることが明らかとなったので、大腸上皮の短鎖脂肪酸が吸収され脂肪滴に合成され蓄積した機序も考えられる。本研究において、薬学部創剤学教室・松永和久学内研究員が、大腸癌動物モデルによる脂肪吸収メカニズムに関する研究を開始している。

光学医療研究所では学内・学外の研究者による定期的なミーティングを開催し、基礎研究者と臨床研究者が研究成果の発表や討論を行い、集学的研究組織を形成し、そこで得られた成果を国内・国外で開催される学会で発表し、国内外の学術誌で論文を出版している。今回の研究もそれらの研究成果の一つである光学医療における研究の基盤を形成する学部を越えた集学的な研究機関として重要な役割を果たしている。

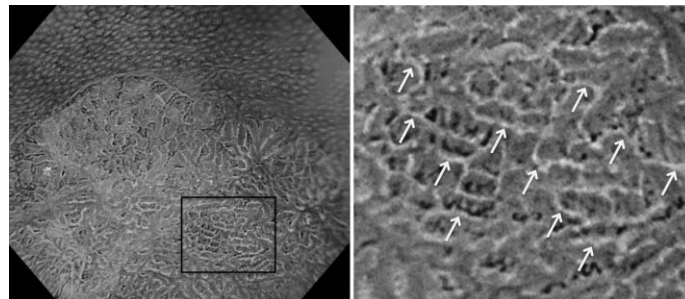


Figure 1. NBI 併用拡大内視鏡画像。上皮下の微小血管構築像はWOS（矢印）のため視認できない。

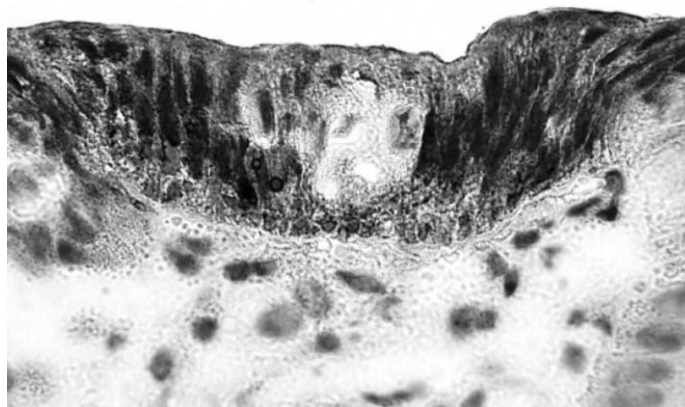


Figure 2. 大腸腺腫の病理組織学的所見（脂肪染色、Oil-red O 染色）。赤色に染色された脂肪滴を上皮内に認める。

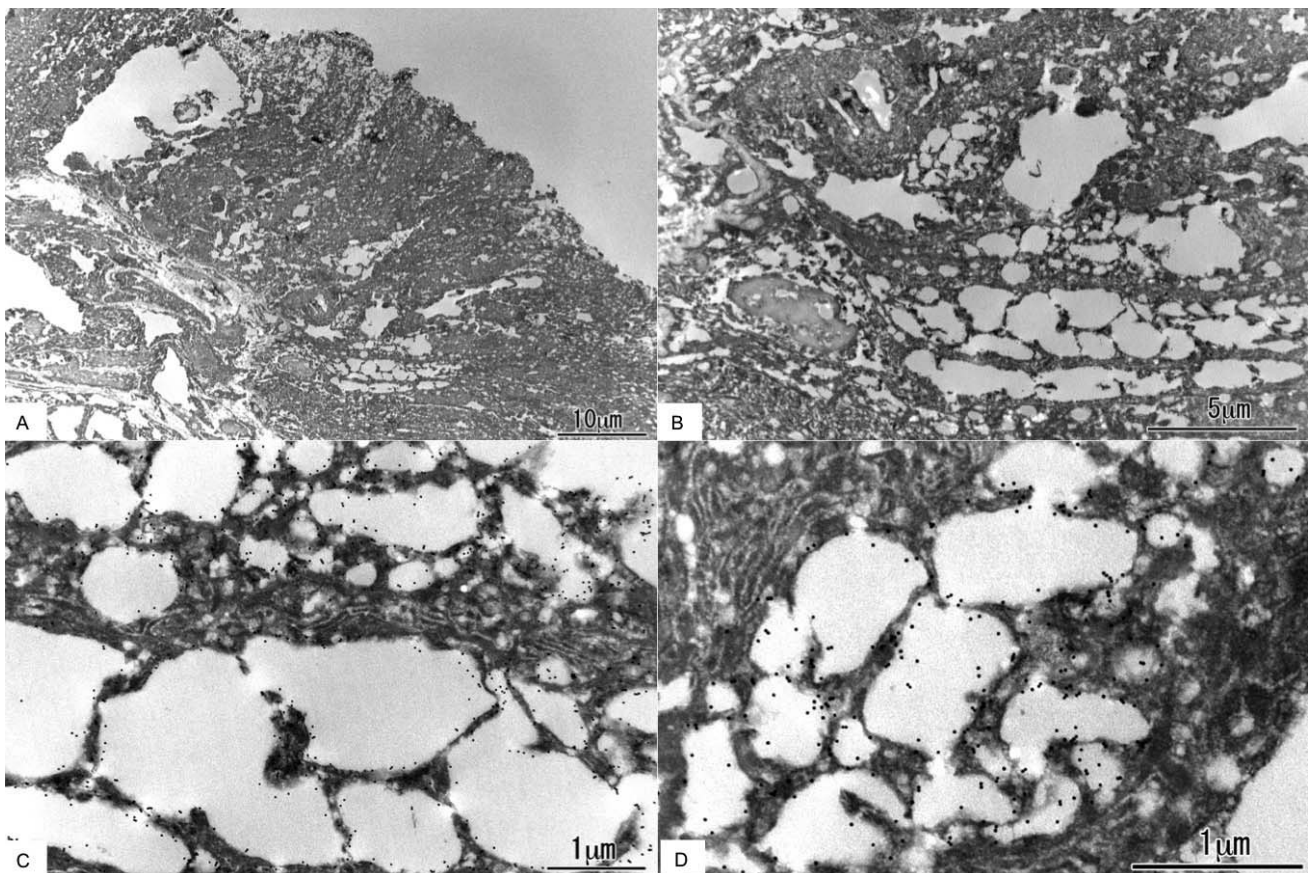


Figure 3. 腫瘍上皮内に直径 $0.2\mu\text{m}$ ～ $2.3\mu\text{m}$ 大の多角形から円形状の形態をした adipophilin 陽性の空胞の凝集が見られ、免疫電顕でも WOS の正体は脂肪滴であることが証明された。

(参考文献)

1. Imamura K, Yao K, Hisabe T, et al. The nature of the white opaque substance within colorectal neoplastic epithelium as visualized by magnifying endoscopy with narrow-band imaging. *Endosc Int Open*. 2016 Oct. DOI: 10.1055/s-0042-116487.
2. Yao K, Iwashita A, Tanabe H, et al. White opaque substance within superficial elevated gastric neoplasia as visualized by magnification endoscopy with narrow-band imaging: a new optical sign for differentiating between adenoma and carcinoma. *Gastrointest Endosc*. 2008;68:574-80.
3. Yao K, Iwashita A, Nambu M, et al. Nature of white opaque substance in gastric epithelial neoplasia as visualized by magnifying endoscopy with narrow-band imaging. *Dig Endosc*. 2012;24:419-425.
4. Ueo T, Yonemasu H, Yada N, et al. White opaque substance represents an intracytoplasmic accumulation of lipid droplets: immunohistochemical and immunoelectron microscopic investigation of 26 cases. *Dig Endosc*. 2013;25:147-155.
5. Ohtsu K, Yao K, Matsunaga K, et al. Lipid is absorbed in the stomach by epithelial neoplasms (adenomas and early cancers): a novel functional endoscopy technique. *Endosc Int Open*. 2015 Aug;3(4): E318-22. doi: 10.1055/s-0034-1392095.
6. Enjoji M, Kohjima M, Ohtsu K, et al. Intracellular mechanisms underlying lipid accumulation (white opaque substance) in gastric epithelial neoplasms: A pilot study of expression profiles of lipid-metabolism-associated genes. *J Gastroenterol Hepatol*. 2016;31(4):776-781.
7. Hisabe T, Yao K, Imamura K, et al. White Opaque Substance Visualized Using Magnifying Endoscopy with Narrow-Band Imaging in Colorectal Epithelial Neoplasms. *Dig Dis Sci* 2014;59:2544-2549.

経保護作用は脳ペリサイト培養上清でも認められた。また、6-OHDA による SH-SY5Y の cleaved caspase-3 発現量の増加も、ペリサイト存在下では抑制された (Fig. 2)。従って、脳ペリサイトによる 6-OHDA 誘発性ドパミン神経細胞死保護には、脳ペリサイトが恒常的に産生する液性因子が関与していることが示唆された。

② 脳ペリサイトによる酸化ストレス応答因子発現量の変化

6-OHDA によるドパミン神経細胞死は酸化ストレスによって惹き起こされることが明らかとなっている。そこで、この脳ペリサイトによるドパミン神経細胞保護作用が、酸化ストレス応答因子の発現量の変動を介しているかを検討するため、酸化ストレス応答転写因子である Nrf2 とその抑制因子 Keap-1、抗酸化ストレス因子 DJ-1 (PARK7) の発現量をウェスタンブロット法により測定した。これら因子はいずれも脳ペリサイト存在下でも発現量に変化は認められなかった。以上の結果から、脳ペリサイト由来液性因子は、ドパミン神経細胞の抗酸化ストレス応答系とは独立した別の機構を介して、6-OHDA による神経細胞死を保護することが示唆された。

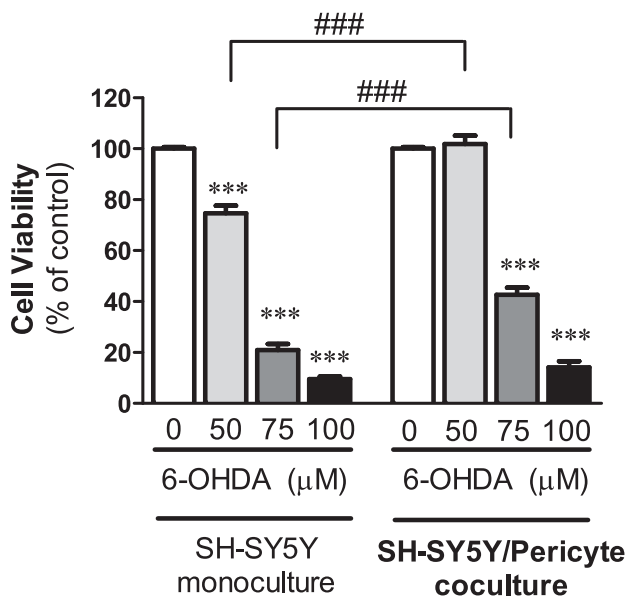


Figure 1 脳ペリサイト-SH-SY5Y 共培養系における 6-OHDA の作用
6-OHDA (50, 75, 100μM) を24時間処理した後、細胞生存率を WST-8 assay で測定した。それぞれの未処置群を対照 (100%) として細胞生存率を算出した。P<0.001 vs Control, ###p<0.001。

以上、脳ペリサイトが産生する液性因子はドパミン神経細胞を保護しうる可能性を明らかにした。今後は、この液性因子の同定、および脳ペリサイトによるドパミン神経機能制御機構の解明を目標とし、細胞移植および脳ペリサイトを標的とした薬理的なパーキンソン病治療を視野に、病態モデル動物を用いた検討を行っていく予定である。

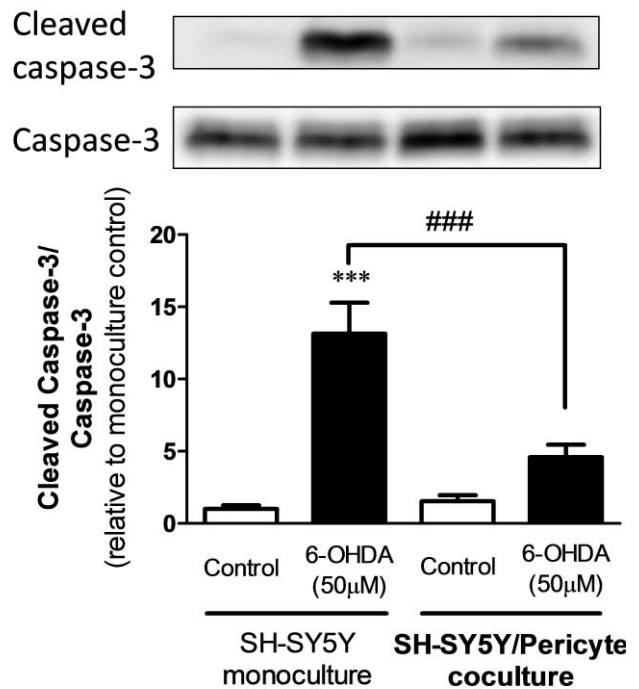


Figure 2 6-OHDA 処理後の SH-SY5Y の caspase-3 活性化
6-OHDA (50μM) は12時間処理した。SH-SY5Y 単独培養系の未処置群を対照とした変化率を示した。P<0.001 vs Control, ###p<0.001。

副生塩リサイクル —エコ次亜の開発と実施—

資源循環・環境制御システム研究所長 樋口 壮太郎

1. はじめに

産学官連携研究機関 資源循環・環境制御システム研究所（略称：資環研）で研究開発を行ってきた副生塩リサイクル手法の一つである、エコ次亜生成による消毒剤利用が愛媛県松山市で実用化されたので紹介する。

2. 副生塩とは

副生塩とは廃棄物処理処分に伴い排出される塩をいう。例えば清掃工場の塩化水素ガス処理や最終処分場の浸出水脱塩処理工程において発生する。副生塩は現在、有効な処理処分方法あるいは資源化の方法がなく、最終処分場で保管または廃棄物として処理されているのが現状である。副生塩のルーツはソーダ工業の塩であり、本来これに再利用することが望ましいが、ソーダ工業製品は食品にも用いられており、純度や安全性の確保に問題がある。

3. 副生塩のリサイクル用途の検討

リサイクルの用途として、道路凍結防止剤、金属精錬剤（フラックス）、皮革処理用塩、イオン交換膜用、軟化器再利用、次亜塩素酸ナトリウム等が挙げられる。副生塩より得られる再生製品に要求される事項は再利用先によって異なっている。そのため、塩類のリサイクルシステムは確立しておらず、発生源と再利用先の組み合わせに応じて適切な方法を選択する必要がある。これらを踏まえ、人間の口の中に入らないこと、また生態系に影響がないこと、小規模処理が可能であることを考え、リサイクル用途として滅菌剤利用が適切と考え、次亜塩素酸ナトリウムの生成に着目した。

4. エコ次亜とは

副生塩から生成される次亜塩素酸ナトリウムには、カリウムが含まれている。そのため、JIS規格にもとづく通常の製品として流通できず、一般的な利用目的としての使用が難しい。しかしながら、本製品には次亜塩素酸カリウムが含まれているため、排水処理の滅菌剤として利用できる。このため、エコ次亜塩素酸ナトリウムと呼称する。以下、エコ次亜と略称する。

5. 実験研究

実験に使用した装置を写真1に示す。また、各々の方法による次亜生成の原理図を図1に示す。無隔膜法では、電解水を入れて、陰極側、陽極側でそれぞれ反応が起こり、エコ次亜が生成される仕組みである。隔膜法では、陽極側から電解水、陰極側から純水を入れて、それぞれの反応から塩素、苛性ソーダ、水素が生成される。この時、陽極側からナトリウムイオンが陰極側にイオン交換膜を経て移行するため、高濃度の苛性ソーダが生成される。塩素と苛性ソーダは、電解槽の外で反応し、エコ次亜が生成

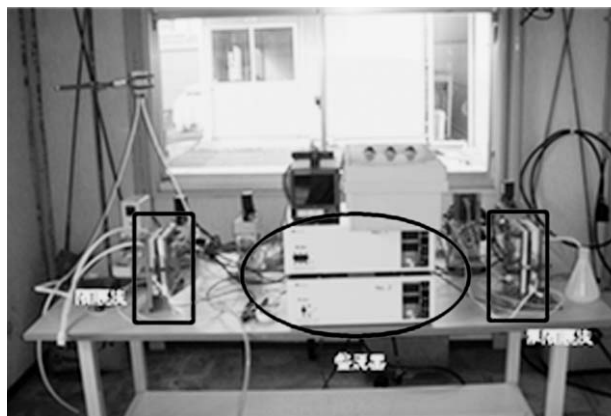


写真1 実験に使用した装置

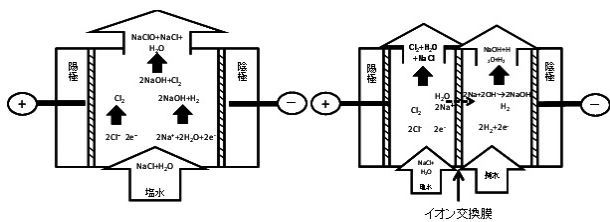


図1 電解槽原理図（左：無隔膜法、右：隔膜法）

される仕組みになっている。無隔膜法は、副生塩を溶解した電解水の濃度を3%、5%、10%と設定した。電解水が低濃度であるため、低濃度のエコ次亜が生成される。高濃度のエコ次亜生成に向けて、現在検討している。隔膜法ではカルシウムの析出が少量になるようにカルシウム濃度を下げる必要がある。実験で用いた電解水は、電気透析膜、逆浸透膜による浸出水脱塩に伴う副生塩、焼却施設での乾式ナトリウムによる排ガス処理に伴う副生塩、焼却炉湿式排ガス処理回収塩である。

6. 無隔膜法による実験結果

無隔膜法を用いて、副生塩の電解試験（連続試験）を行った。その結果を表1に示す。電気透析膜、逆浸透膜による浸出水脱塩に伴う副生塩では、実験条件として塩水濃度3%と設定し、有効塩素濃度が最大で5,000ppm程度が得られた。これは当初予想していた1,000~2,000ppmを上回る高濃度のエコ次亜が得られた。塩水濃度3%では、カルシウム濃度を数十mg/kgに設定すると、電解電圧が上昇せず、連続運転が可能であることが確認された。乾式ナトリウム排ガス処理方式を採用している副生塩では、塩水濃度を5%と設定した場合、有効塩素濃度が最大で5,400ppm程度のエコ次亜が得られ、電解電圧が上昇せず、連続運転が可能であることが確認された。塩水濃度を10%と設定した場合では、平均で4,500ppm程度のエコ次亜が得られたが不安定であった。

表1 無隔膜法による実験結果¹⁾

副生塩	塩水濃度 (wt%)	Ca 濃度 (mg/kg)	有効塩素濃度 (mg/L)	電圧 (V)	結果
電気透析膜	3	3.2	2,500~3,300	4.1~4.4	797時間通電で強制停止
逆浸透膜	3	25.9	3,700~5,200	4.1~4.6	773時間通電で強制停止
乾式ナトリウム塩	5	15	3,300~5,400	3.3~3.6	960時間通電で強制停止
乾式ナトリウム塩	10	30.5	4,400~4,900	3.7~4.0	現在稼働中 (200時間)

7. 隔膜法による実験結果

隔膜電解法を用いて、回収塩の電解試験（連続試験）を行った。その結果を表2に示す。塩水濃度26%での隔膜電解法では、有効塩素濃度が最大で50,000ppm程度が得られた。しかし、回収塩中に含有するカルシウムもしくはマグネシウムにより電解槽中に沈殿物が生成し、数百時間（条件によっては数十時間）で電解電圧が上昇することが確認された。電圧上昇の原因はカルシウム、マグネシウムによる膜の閉塞が原因と考えられる。今回、前処理を行い、カルシウム5mg/L以下に処理したがスケールが生成した。

表2 隔膜法による実験結果¹⁾

副生塩	塩水濃度 (wt%)	Ca 濃度 (mg/kg)	有効塩素濃度 (mg/L)	電圧 (V)	結果
電気透析膜	26	4.4	37,400~42,700	4.2~8V	電圧上昇により停止 (42時間)
逆浸透膜	26	79.4	46,000~48,200	4.7~8V	電圧上昇により停止 (307時間)

8. 結論

無隔膜法では、カルシウム濃度を数十mg/kgに設定すると、長期稼働が可能であり、実用化の目途がついた。隔膜法では、数百時間（条件によっては数十時間）で電解電圧が上昇することが確認された。電圧上昇の原因はカルシウム、マグネシウムによる膜の閉塞が原因と考えられる。

9. 松山市における実用化

この成果は愛媛県松山市において実用化された。松山市最終処分場浸出水脱塩処理プロセス（逆浸透膜+電気透析膜）より発生する副生塩をオンサイトで無隔膜電解法によりエコ次亜を生成し、同市下水道終末処理施設へ運搬し、消毒剤として利用されることとなっている。実用化にあたっては実証実験による検証、エコ次亜の生物学的、化学的安全性評価を得て、現在は実機による試験運転ならびに下水道処理水の放流先海域への生物への影響をシオダマリミジンを指標にモニタリングを行っており、平成29年4月より正式稼働することとなっている。これは我が国はもちろん世界でも初めての試みであり、「松山方式」として注目されている。写真2にエコ次亜プラント写真を示した。



写真2 松山市におけるエコ次亜プラント

参考文献

- 1) 平成23年度環境研究総合推進費補助金研究事業
研究報告書「廃棄物処理処分に伴い排出される
副生塩のリサイクルシステム構築に関する研究」
(平成24年4月), pp11～13.



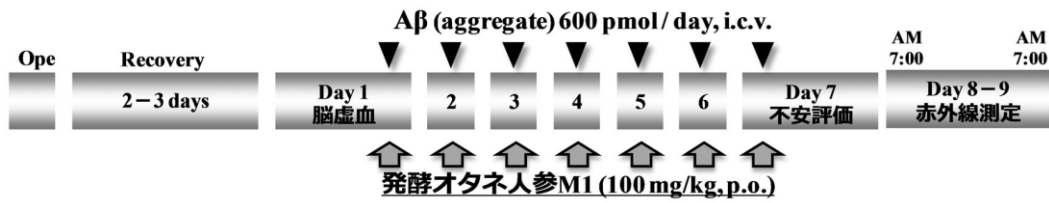


図1 不安および徘徊様行動の検討プロトコール

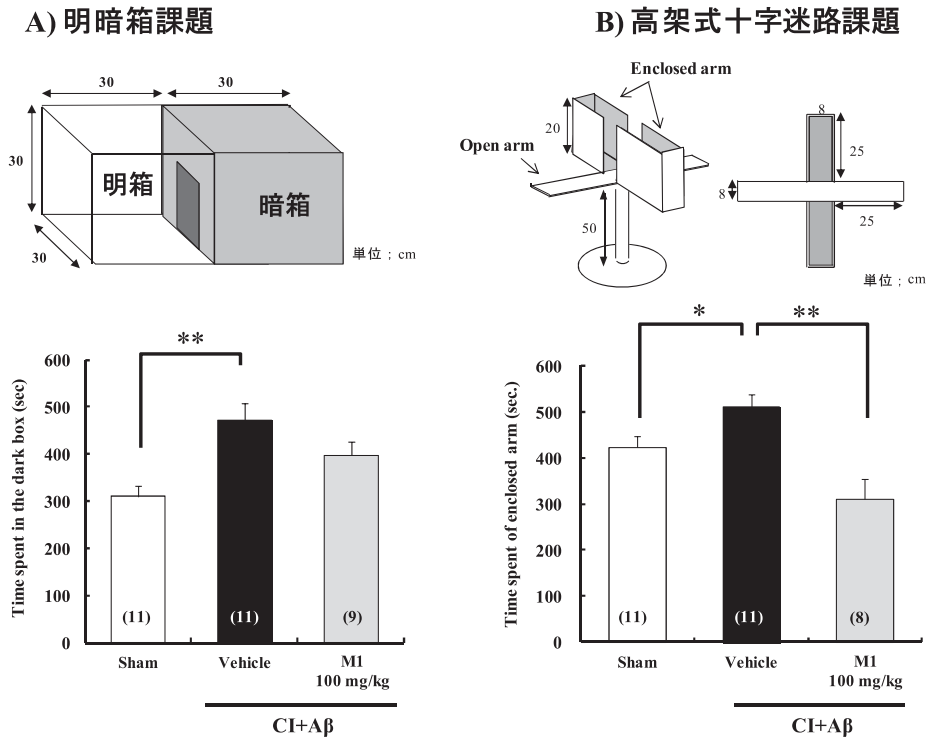


図2 発酵オタネ人参 M1-CD の不安様行動に対する効果 (A: 明暗箱課題、B: 高架式十字迷路課題)

れなかったことから、発酵オタネ人参 M1-CD の投与は運動機能を障害しないことが明らかとなった (図3)。

2. 徘徊様行動に対する発酵オタネ人参 M1 の効果

ラット等のげっ歯類は夜行性動物であることから、明期 (7:00—19:00)、暗期 (19:00—翌7:00) の12時間の明暗サイクルにおいて、暗期は活動期で運動量の高値を示し、明期は非活動期で運動量の低値を示す。CI+Aβ ラットの24時間自発運動量は明期と暗期において増加を示した。非活動期である明期の運動量増加は、ヒトの夜間徘徊に相当すると考えられる。発酵オタネ人参 M1-CD は明期と暗期の自発運動量増加を抑制した (図4)。これについては、

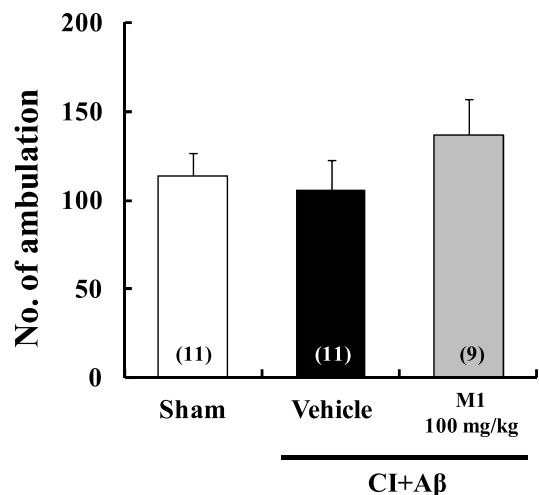


図3 発酵オタネ人参 M1-CD の open filed における自発運動量に対する検討

例数に偏りがあるため、追加検討をする予定である。

3. 空間記憶障害に対する発酵オタネ人参 M1 の効果

マウスの加齢による認知機能低下に対してオタネ人参は改善効果を示すことが報告されている⁽¹⁾。そのため発酵オタネ人参 M1 のアルツハイマー型認知症の認知障害に対する予防的効果が期待される。そこで、発酵オタネ人参 M1 の CI+A β ラットの空間記憶障害に対する効果を解析した。空間記憶障害の評価はモリス水迷路課題を用いた。予め空間記憶を獲得させたラットに、上記のスケジュールと同様に CI+A β 処置と発酵オタネ人参 M1-CD (300mg/kg) の経口投与を行った。Sham 群および Vehicle 群には精製水を同様のスケジュールで経口投与した。A β の最終注入日に水迷路課題を再度検討し、記憶の維持を評価した。CI+A β ラットは sham ラットに比べて、ゴール到達時間の延長を示し、空間記憶障害が認められた。発酵オタネ人参 M1-CD は延長した到達時間を有意に減少させ、CI+A β ラットの空間記憶障害を改善した (図 5)。

【考察】

本研究結果から、発酵オタネ人参 M1 は open field 法における自発運動量に影響することなく CI+A β ラットの不安様行動を改善することが明らかとなった。すなわち、この改善効果は鎮静作用によるものではないことが考えられ、治療薬による過鎮静が危惧される高齢のアルツハイマー病患者に対しても発酵オタネ人参 M1 が安全に使用できることが提案される。発酵オタネ人参 M1 にはその構成成分の 1 つに compound K が高濃度に含まれている。compound K は GABA の分解酵素である GABA アミノ基転移酵素や GABA トランスポーターの mRNA 発現量を減少させることが報告されていることから⁽²⁾、発酵オタネ人参 M1 投与は GABA 神経系を賦活させ、不安様行動を改善した可能性が考えられた。また、CI+A β ラットの不安様行動はセロトニン 2A 受容体の過感受性が示唆されており (未投稿データ)、発酵オタネ人参 M1 による抗不安効果にはセロトニン神経系の変化の関与も考えられた。

発酵オタネ人参 M1 がヒトの睡眠期に相当する明期の運動量を正常レベルに改善することから、睡眠障害に対して改善効果を有することが考えられた。このことから、アルツハイマー型認知症患者で認めら

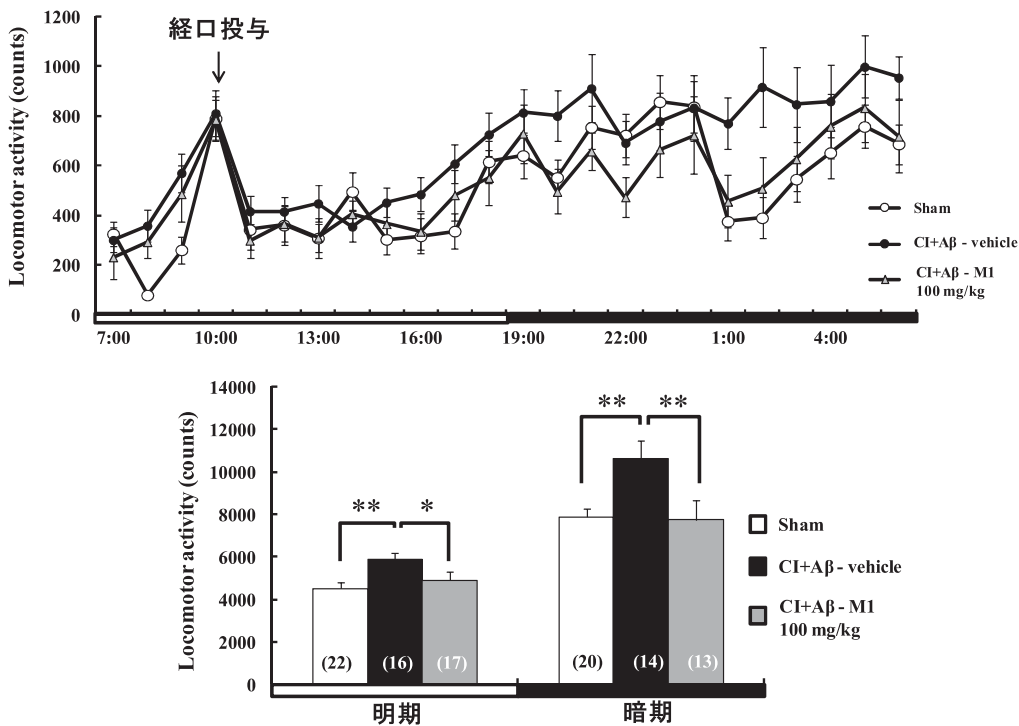


図 4 CI+A β ラットの徘徊様行動に対する発酵オタネ人参 M1-CD の効果

れる夜間徘徊の抑制に有用であることが示唆された。

また CI+A β ラットの空間記憶障害に対して発酵オタネ人参 M1 は改善効果を示した。オタネ人参の記憶障害改善効果はすでに報告されているが、発酵の有無による改善効果の程度の差を明らかにすることで、発酵オタネ人参 M1 の有益性が提案できると考えられる。

以上のことから、発酵オタネ人参 M1 はアルツハイマー型認知症の不安や夜間徘徊といった BPSD に有効であり、アルツハイマー型認知症に対して早期からの摂取により、症状の予防および緩和に寄与する可能性が考えられた。

参考文献

- 1) Zhao H. et al., Long-term ginsenoside administration prevents memory impairment in aged C57BL/6J mice by up-regulating the synaptic plasticity-related proteins in hippocampus. *Behav Brain Res.*, 2009, 201(2), 311-7.
- 2) Kitaoka K. et al., Fermented Ginseng Improves the First-Night Effect in Humans. *sleep*, 2009, 32(3), 413-2.

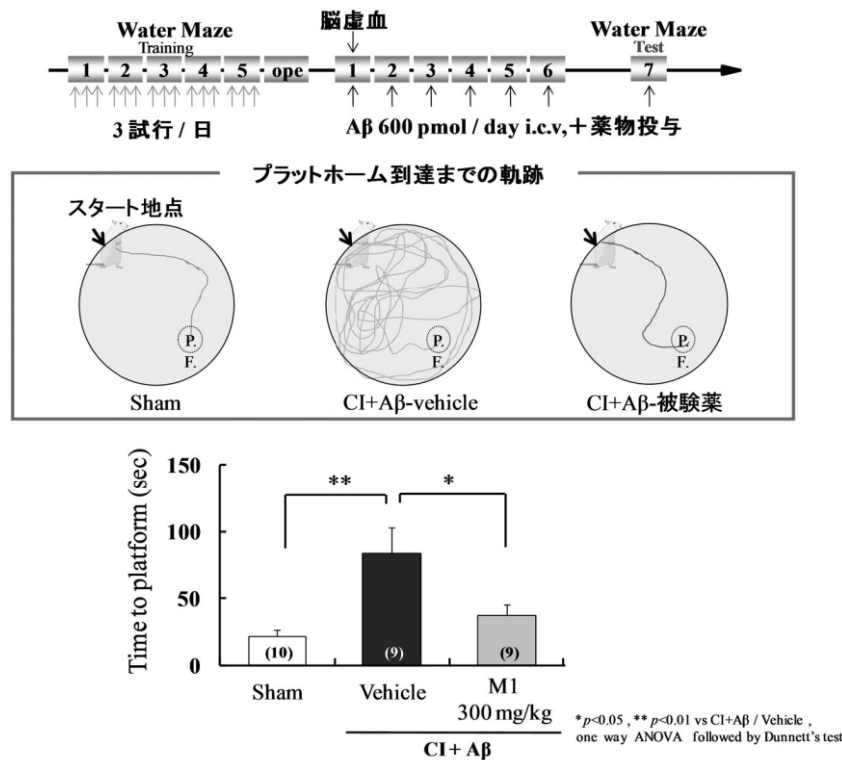


図5 発酵オタネ人参 M1-CD における CI+A β ラットの空間記憶障害に対する効果

たい要因に人数の偏りがしばしばみられます。例えば、350例の産褥婦対象の研究において、産後うつが50例、うつでない人が300例で、経済状況や夫の家事参加度などをうつ有/無で比較する場合がこれに該当します。症例数が大きく異なりますので、等分散が成立しないときは Welch 検定を用います。

なお、常に Welch 検定を用いるべきとの立場もあります。群間比較を行うだけなら一つの考え方です。しかし、年齢や性別の影響など様々な因子を調べるために等分散を仮定しない分散分析を用いるとき、収束しないために解が求まらないといった厄介な問題が生じることがあります（特に混合モデル）。

4. 正規分布に近づけるための工夫：留意事項(3)と(4)について

LDL-C は留意事項(3)と(4)の代表的な例です。LDL-C は右に裾を引き正規分布しません。そのため高脂血症を対象とした多くの治験で、LDL-C の減少率 = $100 * (1 - \text{投与後} / \text{投与前})$ を評価指標とし、減少率に正規分布を仮定して解析しています。過去の多くの経験から減少率の正規性が定着したと考えられますので、新しい研究はこれに準じるのが賢明です。この場合、正規性の評価は必要ないでしょう。たとえデータが正規分布に見えなくても、本来は正規分布するが偶然正規分布しないサンプリングとなっただけと見なせるからです。また、過去の指標に準じれば、過去の論文との比較もしやすくなります。

なお、医学系研究における変数は、右に裾を引くものが多くあります（AST、脂質など）。この場合、データを対数変換することによって正規分布に近づけることができます。

留意事項(5)の詳細は省略します。

【t-検定の前提条件の確認法】

5. 正規性のチェック法

以下にチェック法を列挙します。これをすべて実施するわけではなく、必要に応じて実施します。

- (1) 平均値と中央値に大きな差がない
- (2) 平均 \pm 2SD が常識的な範囲内にある
- (3) データがある点に集中しない
- (4) 尖度と歪度が0に近い
- (5) ヒストグラムを描く

(6) P-P プロット/Q-Q プロットを描く

(7) 残差プロットを描く

(8) Shapiro-Wilk 検定を行う

(1)~(4)は要約統計に基づくもので、容易に実施できます。注射針開封に伴う針基に付着する菌数をアウトカムにした研究を例にします。菌数の平均は23、中央値は2でした。これは(1)を満たしていません。平均 \pm SD は 23 ± 44 で、平均 $-$ SD でさえ負の値となり菌数としてはあり得ない数値です。これは(2)を満たしません。また、45%の針基で菌数が0でした。これは明らかに(3)を満たしません。さらに、歪度と尖度は各々2.3と4.6となり0から離れています。これは(4)を満たしません。極端な例ですが、この場合はさすがにノンパラメトリック法を用います。

(5)~(7)は図を用いた目視による評価、(8)は検定による評価です。検定に関しては、データの数が少ないければ正規性から外れていても有意になりませんし、データが多いと僅かな外れを検出してしまいます。有意性だけで単純に結論すべきではありません。

LDL-C の減少率の場合、研究計画書でt-検定の利用を宣言し、正規性の評価は必要ありません。QoL の合計得点など正規性が少し気になる場合には(1)~(3)で簡単にチェックすればよく、正規性が曖昧な場合は(1)~(8)を吟味します。繰り返しますが、多少正規性から外れても t-検定は適用可能ですので、正規性評価の結果に過敏にならないでください。(1)~(3)を満たせば t-検定で結論を誤ることはほぼないと思っています。順序応答データに正規性を仮定してもある程度頑健だとする論文さえ存在します。それほど t-検定は正規性の仮定に対して頑健です。

6. 等分散のチェック法

等分散性は検定によって評価します。通常はF-検定、Levene 検定または Bartlett 検定が用いられます。ソフトウェアで t-検定を行えば、等分散性の検定結果も出力されます。検定の場合、有意性がデータの数に左右されますので、検定結果のみで単純に結論するのではなく、必ず2つの分散の推定値を見比べて数値的に評価してください。なお、2群の症例数に大きな違いがなければ、等分散性の確認は基本的に必要ありません。ただし、2群の分散が数値的に大きく異なるときは感度分析も必要です。

2-2. 研究集会および学会開催

第1回研究集会「国際火山噴火史情報研究所は何を目指すか？」を2012年6月16日に福岡大で開催した。金奎漢名誉教授（韓国・梨花女子大）、大木公彦名誉教授（鹿児島大）、中村俊夫教授（名古屋大）に基調講演をしていただいた。

日本第四紀学会2012年大会（立正大）のテーマセッション「テフラの年代決定に寄与する年代測定法の新展開」（2012年8月20日～21日）のコンピーナーを奥野が山田和芳博士（早稲田大）と下岡順直博士（京都大）と共に務めた。

2012年12月16日に第2回研究集会「研究支援と学術情報の社会還元を目的としたNPO法人」を開催した（共催：鹿児島大学地域防災教育研究センター、桜島ミュージアム）。

日本地質学会西日本支部第164回例会およびシンポジウム「長岡信治：海から山、火山でのフィールドワーク」（第3回研究集会）を2013年6月島原市で開催した（日本地質学会西日本支部との共催）。

2013年12月14日に第8回西日本火山活動研究集会「モニタリングと火山噴火」を福岡大で共同開催した。

東京大学地震研究所・共同利用（研究集会）「火山噴火履歴解明のための露頭データベース構築法の検討」を2014年2月8日に同所で開催した^(注3)。

本研究所第4回研究集会を2014年6月21日に開催した。この研究集会は11月の火山学会秋季大会の予行演習も兼ねており、オーラルセッション2会場制、ポスターセッションも設定した。

日本火山学会2014年秋季大会を2014年11月2日～4日に福岡大で開催し（実行委員長：奥野 充）、韓国済州島（10月28日～31日）と五島福江島（11月5日）で現地討論会も実施した。

2015年2月7日～8日に西日本火山活動研究集会と共催で第5回研究集会を福岡大で開催し、セッション「九州の火山地質学」などを企画した。インドネシアやフィリピンの研究例も講演され、中田節也教授（東大）やChris Newhall博士（元USGS）、Agung Harijoko 准教授らも参加した。

2015年度から研究所主催の研究集会を「国際火山噴火史情報研究集会」と改め、講演要旨集も逐次刊行物に登録した。研究集会（2015-1）を2015年6月

13日～14日に京都大学地球熱学研究施設（別府市）で開催した（主催：国際火山噴火史情報研究所、後援：阿蘇火山博物館、熊本大学大学院自然科学研究科減災型社会システム実践教育研究センター、京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設）。ここでは開講中の総合系列科目「噴火史情報学入門」のテキストについても議論した。韓国地質資源研究院（KIGAM）の洪完博士にも加速器質量分析計のデータシステムに関する講演をしていただいた。

国際火山噴火史情報研究集会（2015-2）を「九州の火山学の将来を考える—基礎研究から防災までの人材育成」と「阿蘇カルデラでの防災・減災の取り組み」をテーマとして2016年1月23日～24日に福岡大と熊本大で開催した（主催：西日本火山活動研究集会、国際火山噴火史情報研究所、熊本大学大学院自然科学研究科附属減災型社会システム実践教育研究センター、後援：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設、阿蘇火山博物館、阿蘇ジオパーク推進協議会）。

国際火山噴火史情報研究集会（2016-1）を2016年7月27日に福岡大で開催した（共催：熊本大学大学院自然科学研究科附属減災型社会システム実践教育センター、西日本火山活動研究集会、後援：九州応用地質学会、阿蘇火山博物館、島原半島ジオパーク協議会、桜島ミュージアム）。平成28年熊本地震関係のセッションも企画した。

2-3. 学術雑誌の特集号などの刊行

2012年5月に「月刊地球」（海洋出版）の総特集「九州の活火山データベースを考える」（奥野・小林、2012）を刊行した。

2013年9月、12月、2014年2月に「月刊地球」の総特集「第四紀研究における年代測定法の新展開Ⅰ～Ⅲ」（奥野ほか、2013；下岡ほか、2013；山田ほか、2014）を刊行した。

2013年12月に国際誌 *International Journal of Eruptive History and Informatics* の電子版（Ban et al., 2013）を公開した^(注1)。

注3 <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sharing/H26nendojishihoukoku/2013-W-05.pdf>

2014年2月に東京地学協会「地学雑誌」小特集「フィリピン・ルソン島のイロシンカルデラとブルサン火山の地質と最近の噴火活動（その1）」（奥野ほか、2014b）を刊行した。さらに2014年10月には「同（その2）」（Okuno *et al.*, 2014c）を刊行した。

2014年7～8月に「月刊地球」の総特集「長岡信治：海から山、火山でのフィールドワークⅠ～Ⅱ」（奥野ほか、2014d）を刊行した。

日本火山学会誌「火山」の特集「火山噴火史解明のための露頭データベース構築の検討」（奥野ほか、2014a）を3号に渡って刊行した（2014年12月～2015年10月）。

「月刊地球」の総特集「九州の火山地質学Ⅰ～Ⅲ」（奥野ほか、2015）を3号に渡って刊行した（2015年4月～6月）。この総特集では、小林哲夫教授が2015年3月に鹿児島大学を定年退職されることを機に、同教授の卒業生や共同研究者が中心となって九州の火山地質学的研究を総括した。

2-4. 情報・アウトリーチなどの活動

2012年度の大学院工学研究科 PBL プログラムでは、西日本技術開発の協力を受けてデータ入力・管理システムを開発し、システム構築とその教育への利用の両立を図った。2012年には一般利用者向けの「じおログ」および研究者向けの「噴火史情報 mediawiki」を公開し、Facebook にも研究所のページを開設した^(注1)。

共通教育・総合系列科目「科学・技術・情報と社会：噴火史情報学入門」を2013年度から開講し、本年度まで継続している。本研究所の活動成果を本学での教育にも還元するものである。

日本火山学会2014年度秋季大会にあわせて、11月1日に火山学会第21回公開講座「九州の火山と地熱エネルギーを知ろう」（平成26年度・科研費研究成果公開促進費）を福岡大で開催した。

情報研究系では、2014年度から「ジオパークを拠点とする市民参加型の地質データの収集とその応用」（基盤研究(C)、代表者：奥村 勝）と「火山噴火史情報の収集と共有のための利用者参加型データベースシステムの構築」（基盤研究(C)、代表者：高橋伸弥）が採択され、データベースの構築・活用の研究を実施してきた。一般利用者からの情報提供を促進

するために露頭情報データベースサービス「じおログ」のモバイルアプリケーション版を開発し、AndroidOS/iOS 版を2015年に公開した。2016年3月にはモバイルアプリケーションの開発に関して IMECS 2016（香港）で口頭発表し、**Best Paper Award** を受賞した（Takahashi *et al.*）。新たなデータベースプラットフォームのジオパークでの活用に関して、2016年9月に GGN2016（英国トーキー）で発表した（高橋・鶴田・奥村）。

2016年4月に発生した熊本地震に対応し、鳥井真之（客員准教授）を筆頭に奥野や中西らも現地調査を行い、2016年5月の東北地理学会2016年春季大会（宮城教育大）や2016年9月の米国地質学会（GSA2016, Denver）で報告した。「じおログモバイル」も熊本地震に対応する改良・改善を加え、被害状況を記録するための枠組みを用意する現地調査も行っている。

3. 今後の展望

本研究所では、噴火史研究系、情報研究系、アウトリーチ・防災研究系を有機的に連携させて研究推進とその社会還元を図る。それらの活動を実行するために来年度の科学研究費を中心に10件の課題が応募中である。

まず、熊本地震で被災した阿蘇カルデラを中心に地震動で崩壊する可能性のあるローム層の分布を調べる。これは将来の災害ポテンシャルを明らかにするもので、そのためのデータベースが必要である。単なる学術調査や防災・減災のためだけでなく、ジオパークの活動や観光などにも活用できるデータベース構築や利用法の開発を進めていく。また、同時にアリューシャン列島など海外調査も積極的に展開する。特にアリューシャンのウムナック（Umnak）島やフィリピンのバタン（Batan）島ではテフラと考古遺跡の関係を綿密に調べ、当時の人々の被災状況やレジリエンスを復元する。すなわち、データベースの構築を軸に現在進行形と過去の災害を同時並行的に研究することで、新たな火山災害像を提示する。また、現在進行形の災害では、その後の豪雨や復興・復旧によって状況が日々変化していくので、それらをいかに効率的に記録し、効果的に見せるかも重要な点であり、検討を進めたい。

年2回のペースで国際火山噴火史情報研究集会

(一般公開)を実施して、これらの活動を有機的に連携させると共に、講演要旨集(逐次刊行物)も出版してアウトプットを確保したい。なお、出版が滞っている国際誌の刊行も課題である。

謝 辞

本研究所の関係各位には、日ごろの活動推進に際してたいへんお世話になっている。本研究所主催の研究集会講演要旨集の刊行には、西日本技術開発㈱からの研究助成寄付金を使用した。記して謝意を表します。

文 献

Ban, M., Matsui, R., Iwata, N., Yamamoto, T., Fujisawa, A., Nakashima, K. (2013) Petrologic characteristics of the newest stage in Azuma volcano group, Northeast Japan. *International Journal of Eruptive History and Informatics*, **1**, (in press).

奥野 充 (2012) 国際火山噴火史研究所の活動内容。福岡大学研究推進部ニュース & レポート「Research」, **17**(4), 10-12.

奥野 充 (2013) 「火山噴火史情報学」を確立する。福岡大学創立70周年記念事業誌「七隈の杜」, no. 9, 81-87.

奥野 充 (2014) 国際火山噴火史研究所の中間報告。福岡大学研究推進部ニュース & レポート「Research」, **19**(4), 29-33.

奥野 充 (2015) 国際火山噴火史情報研究所の近況報告：フォー・マウンテンズ諸島での調査例。福岡大学研究推進部ニュース & レポート「Research」, **20**(4), 36-37.

奥野 充・小林哲夫 (2012) 九州の活火山データベースを考える—巻頭言—。月刊地球, **34**, 261-263.

奥野 充・山田和芳・下岡順直 (2013) 巻頭言：総特集「第四紀研究における年代測定法の新展開：最近10年間の進展」の趣旨と特集 I 「放射性炭素年代」について。月刊地球, **35**, 491-494.

奥野 充・中田節也・前野 深・小林哲夫 (2014a) 特集「火山噴火史解明のための露頭データベース構築の検討」について。火山, **59**, 227-228.

奥野 充・レナート ソリデュム ジュニア・マリア ハナ ミラブエノ・クリストファー ニューホー

ル・下司信夫・須貝俊彦・田中明子・小林哲夫 (2014b) 小特集「フィリピン・ルソン島のイロシンカルデラとブルサン火山の地質と最近の噴火活動(その1)」序論。地学雑誌, **123**, 82-88.

Okuno, M., Solidum, R. U. Jr., Mirabueno, M. H. T., Newhall, C. G., Geshi, N., Sugai, T., Tanaka, A. and Kobayashi, T. (2014c) Overview of the Special Issue on “Geology and Recent Eruptions of Irosin Caldera and Bulusan Volcano, Southern Luzon, Philippines”. *Journal of Geography (Chigaku Zasshi)*, **123**, 733-738.

奥野 充・鈴木毅彦・森脇 広 (2014d) 長岡信治教授：海から山，火山でのフィールドワーク：趣旨説明。月刊地球, **36**, 190-197.

奥野 充・福島大輔・井村隆介 (2015) 総特集「九州の火山地質学」について。月刊地球, **37**, 104-105.

下岡順直・山田和芳・奥野 充 (2013) 総特集「第四紀研究における年代測定法の新展開：最近10年間の進展」の特集 II 「放射線損傷年代・放射年代」について。月刊地球, 号外**62**, 5-7.

山田和芳・下岡順直・奥野 充 (2014) 総特集「第四紀研究における年代測定法の新展開：最近10年間の進展」の特集 III 「相対年代と古環境の高精度復元」について。月刊地球, 号外**63**, 7-11.



そして、この宣言を実行に移すため、九州に雨水ネットワークを構築するとともに、今日ここに我々は行動を開始する。

この九州雨水宣言がなされて以降、我々の研究所は、都市内の水循環を再生するために4年半、雨水利用実験住宅にて実証研究を積み重ねてきた。

2. 樋井川流域での雨水貯留普及活動の流れ

福岡市中心部を流れる樋井川は、流域面積約30km²、流路延長約13kmの典型的な都市中小河川で、流域内には約19万人が暮らしている¹⁾。このため、都市化率は約7割に達し、常にゲリラ豪雨に伴う都市型水害による浸水被害に注意が必要な流域である。まず、最初に取り組んだのが、雨水タンク²⁾（容量200リットル：写真-1参照）を無償で100基ほど流域内に取り付ける活動であった。治水利用に小型の雨水タンクを用いようという試みである。もちろん、100基の雨水タンクで貯留できるのは流域全体で20トン程度であり、我々研究所の狙いは、大雨洪水警報が出た時には、雨水タンクを空にしてもらい取り組みを推進するところにあった³⁾。この活動を通して、防災意識を高めるとともに、雨水タンクが直ぐに満タンになることを通して、自分たちの家からどのくらいの雨水が河川へと出て行っているかを実感してもらい出すことが出来ると考えた。しかしながら、樋井川流域内に1時間に100mmの豪雨が均等に降った場合、実に300万トンの雨が流域内に降ることにな



写真-1 200リットル雨水タンク

り、さすがに100基で20トンの貯留では治水を達成することは出来ない。そこで、この活動を通じて市民の雨水貯留意識を向上させ、一戸建ての家での分散型雨水貯留⁴⁾を推進していく考えを実施に移していった⁵⁾。

3. 雨水利用実験住宅の概略

雨水利用実験住宅は、研究所長自身が家を新築する際に4人家族で生活できることを前提に作られており、計画の段階から屋根に降った雨を全て集雨し、家の基礎を兼ねた地下貯留タンク内に貯留しトイレ・洗濯・お風呂等に利用することを目的にすると同時に、太陽光を有効に利用できるように屋根の角度と向きを当初から南向き30度の角度に設定されているところが外観上の特徴である（太陽光発電は2013年4月より開始した）。

雨水利用実験住宅の最大の特徴は、その主目的の一番目に都市型水害抑制を掲げている点である。そのため、屋根（鉛直投影面積約130m²）に降った雨水を全て貯留出来るように設計されている。設置した地下貯留タンクは三つのパートに分かれており、一つ目は、家の基礎を兼ねたコンクリート製の貯留タンク（図-4参照）である。このタンクの有効容積は約17.3m³ほどであり、このタンクに貯留した水を庭への散水・トイレ・風呂・洗濯用の水として利用しながら、大雨の時には雨水を効果的に貯留することを想定している。屋根に降った雨水は全て流入槽に集水され、浮遊物質を沈殿させ、雨水水質を整

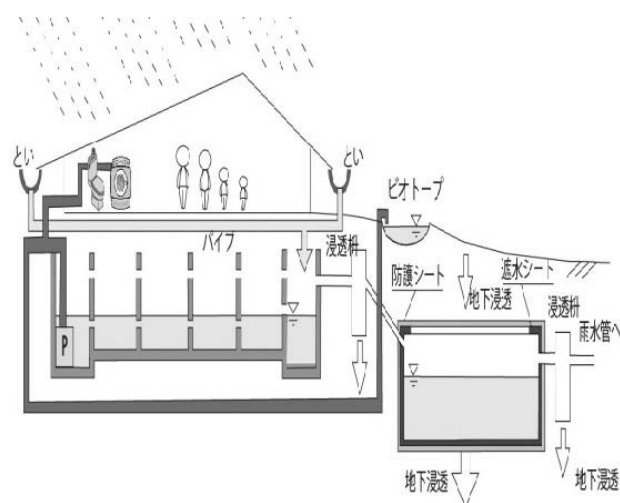


図-3 雨水利用実験住宅における水の流れ概略

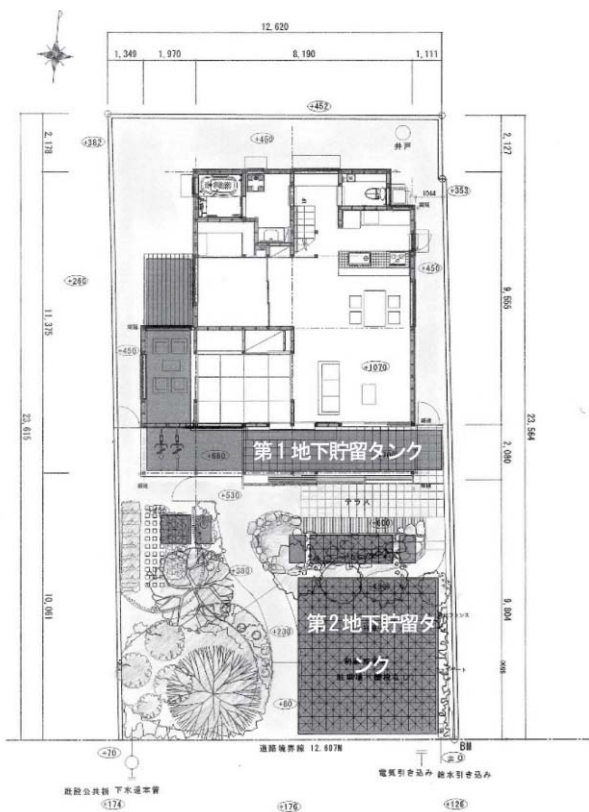


図-4 雨水利用実験住宅地下タンク配置概略

えた後、第一整水槽へと流れ込み最終的には取水槽までゆっくりと流れて行く過程で浮遊物質をほとんど全て沈殿させている。また、この第1地下貯留タンクは、家の基礎を兼ねているため耐震上の理由から深くすることが出来ない、このためタンクの水深を55cmの深さで施工し、結果として広く浅い貯留タンクとなり、結果として沈殿効率が高まる設定となった。また、この第1地下貯留タンクは全部で6区画に分割し、それぞれの区画はφ100mmの穴（写真-2参照）で連結した構造となっている。第2地下貯留タンクは、都市型水害抑制用のタンクで、有

効容積は約22.5m³である、家の基礎兼第1地下貯留タンクが水になると、オーバーフローした雨水が流入し始める構造になっている。タンクの西側側面部分は地下へと浸透させる構造になっているため、このタンクでは一時的に雨水を貯留しておくことは可能であるが、基本的に流入した雨水を横から地下浸透させる構造となっている。水害防止用タンクの主目的は、ゲリラ豪雨対策であり、基本的に設計上は、水害抑制用のタンクには、全タンクが空である場合、降雨開始時から130mmを超える降雨があれば雨水が流入し、321mmを超える降雨が発生した場合に満水となる設計である。三つ目のタンクは、ビオトープ用のタンクで、その有効容積は約2m³である。このタンクの水はビオトープの循環用の雨水で、大雨時にはこのタンクにも雨水を貯留することが可能であり、この3つの地下貯留タンクが穴あき管で直列に接続された構造となっている。

4. 雨水利用実験住宅における雨水利用実態

(1) 雨水収支

表-1に2012年6月から2015年12月までの総降雨量、雨水使用量・浸透量を示す。表-1より雨水収支の算出結果として、総降雨量852.4m³に対して、雨水使用量・浸透量（雨水使用量509.3m³・浸透量342.5m³）が851.8m³とほぼ等しく、降った雨を使用あるいは浸透させることができていることが実証された。

(2) 利水可能性

これまでの研究成果として、水道水質基準項目の50項目中アルミニウムとpH以外の48項目で水道水質基準を満たしていることがわかっている。アルミ

表-1 雨水利用実験住宅での観測結果に基づく雨水収支

年	2012年（6月～12月）	2013年（1月～12月）	2014年（1月～12月）	2015年（1月～12月）	総計
降雨量	175.3	226.0	239.3	211.9	852.4
トイレ、洗濯	55.0	93.6	119.9	131.1	399.6
散水、ビオトープ	16.8	43.2	25.2	24.6	109.7
使用量全体	71.7	136.7	145.2	155.7	509.3
駐車場下浸透	42.5	83.2	74.1	32.8	232.6
浸透枳	20.4	44.7	21.0	23.8	109.9
浸透量全体	62.8	128.0	95.1	56.7	342.5
使用量・浸透量全体	134.5	264.7	240.2	212.4	851.8

ニウムに関しては屋根の材料の影響が考えられるが、トイレ・洗濯への使用は問題ない。pHは、第1地下貯留タンクがコンクリートタンク（写真-2参照）であるため初期雨水に比べ蛇口である取水槽のpHは高いが、次第に低下傾向であることがわかり、将来的には基準の8.6以下になる見通しである。また、生活用水として利用する場合の影響を考慮し、大腸菌の検査を行った結果、表-2より初期雨水には大腸菌がみられたが、流入槽、取水槽、浸透槽においては大腸菌がみられなかった。このことから、雨樋から貯留タンクに流れる際に行う初期雨水カットの有用性が得られ、生活用水として使用する分では問題がないことがわかった。



写真-2 基礎を兼用したコンクリート製の第1地下貯留タンク内部

表-2 大腸菌検査結果

	初期雨水	雨水 取水槽	雨水 流入槽	雨水 浸透槽
検査回数	4	3	3	3
検出回数	4	0	0	0
最大値(個)	49	0	0	0
平均値(個)	15	0	0	0

(3) 利用可能量

村川らの手法⁶⁾を用いてシミュレーションの算出を行った。算定開始n日目の貯留槽の残量 t_n (m^3)は次式となる。

$$t_n = t_{n-1} + S_f * R_a / (1000 - W_d / 1000)$$

ただし、 S_f ：雨水収集面積 (m^2)

R_a ：n日目の降雨量 (mm)

W_d ：雨水利用可能量 (m^3)

雨水収集面積 $S_f = 128.9m^2$ 、n日目の降雨量 R_a は気象庁の過去の降雨データ⁷⁾を利用し、1978年、1994年の渇水時とそれぞれの前後1年、2010年～2015年の大きな渇水がみられなかった通常時の降雨量のデータを対象にした。貯留槽の残量 t_n が最小の時の雨水利用可能量を算出した。

シミュレーションにより利用可能量を算出した結果を表-3に示す。2010年～2015年の通常時が403L、1977～1979年と1993年～1995年の渇水時が337Lとなった。渇水時と通常時では一日あたり66Lの差はあるものの、4人家族においては通常時に一人一日100.8L、渇水時に84.3Lの雨水を利用することができ、渇水時も生活用水として十分に利用可能であることがわかった。

表-3 雨水利用可能量算出結果

項目	(通常時)	(渇水時)	単位
	設定値	設定値	
屋根面積： S_f	128.9	128.9	m^2
限界貯水量： T_a	17.3	17.3	m^3
最小貯水量	0.066	0.072	m^3
雨水利用可能量： W_d	403	337	L

おわりに：今後の課題

これまで当研究所が4年半に渡って実測した観測結果より、以下の3つのことが明らかになった。

- 1) 雨水を有効利用することで地下貯留タンクの水位低下が確認され、ほとんどの雨を貯留することができ、雨水流出抑制効果は十分に発揮されること。
- 2) 利水可能性に関して、貯めた雨水の使い道は庭の散水に限らず、それ以外にも家の中でのトイレや洗濯、風呂に利用することは十分に可能であり、将来的な飲み水への利用も期待されること。
- 3) シミュレーションの結果から、渇水時においても生活用水として十分に利用可能であり、給水制限によって水道水があまり使用できない場合でも雨水で対応することができること。

研究所としては、5年日以降もモニタリングを続け、引き続き雨水収支の算出や雨水活用の幅を広げていく必要があると考えている。この研究を継続していくことが福岡市樋井川流域において「あまみず

社会」の構築を実現していく第一歩になると考えており、水循環・生態系再生研究所が地域から必要とされる研究所になることにつながると考えている。

参考文献

- 1) 島谷幸宏, 山下三平, 渡辺亮一, 山下輝和, 角銅久美子: 治水・環境のための流域治水をいかに進めるか?, 河川技術論文集, 第16巻, pp17-22, 2010.
- 2) 渡辺亮一, 山崎惟義, 皆川朋子, 伊豫岡宏樹, 山下輝和, 岩田和也: 流域治水を目的とした家庭用雨水貯留タンクの利用実態把握, 土木学会第66回年次学術講演会, VII-001, CD-ROM, 2011.
- 3) 渡辺亮一: 100ミリ安心住宅による雨水流出抑制効果の実証的研究, 水循環—貯留と浸透—, Vol.87, pp29-33, 2013.
- 4) 国土交通省水管理・国土保全: 100mm/h 安心プラン, <http://www.mlit.go.jp/river/kasen/main/100mm/index.html>, 2013.
- 5) 渡辺亮一, 伊豫岡宏樹, 山崎惟義, 皆川朋子, 山下輝和, 角銅久美子: 雨水利用実験住宅による都市型水害抑制効果の実証的研究, 土木学会環境システム研究論文発表会講演集, 第40号, pp397-402, 2012.
- 6) 村川三郎他: 沖縄離島における住宅の水利用環境に関する研究—雨水利用を中心として—, 日本建築学会計画論文報告集, 1986. No.368, pp. 52-61.
- 7) 国土交通省 気象庁 Japan Meteorological Agency <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

