

アイソトープ総合部門

部門長 中島 覚

アイソトープ総合部門は、自然科学研究支援開発センターの一つの部門として全学の教育研究の支援を行うとともに、私たちの放射線施設だけでなく全学の放射線施設の中心として放射線安全管理に貢献することがミッションです。それと同時に、広島大学の教育研究にも直接貢献してまいりました。この場では、平成 30 年度の活動の一部を紹介するとともに今後アイソトープ総合部門がどうあるべきかについて述べることにより、ご挨拶に代えさせていただきます。なお、私たちの活動は放射性同位元素教育研究部と放射性同位元素管理部の二つの部で行っています。それぞれの部には 1 名ずつ専任教員が配置されており、その教員が中心になって業務を積極的に行っています。活動の詳細はそれぞれの部の活動報告にまとめられていますのでそちらをご覧ください。

1. 学内での貢献

放射性同位元素、放射線発生装置の利用は法令で規制されています。それらを利用するためには、放射線業務従事者として登録される必要があります。その登録には、教育訓練と健康診断を受けなければなりません。私たちは教育訓練を行い、健康診断のアレンジを行い、保健管理センターに実施していただいたうえで登録を行っております。教育訓練は毎年約 20 回、日本語のみならず、英語でも行っております。私どもの施設を使った放射性同位元素の利用に関しては、実験室の提供、共同利用機器の整備、安全管理、被ばく管理を行い、また学内外の施設の利用者に対して証明書の発行、被ばく管理を行っています。

私たちは、私たちの放射線施設だけでなく、広島大学内の他放射線施設の安全管理に関しても貢献していきたいと考えています。部門長は全学の放射性同位元素委員会では委員長として貢献しておりますし、部門のメンバーは重点自主検査の重要な検査員となっております。私たちはまた、学内他施設の教育訓練の支援を行っており、そして工学研究科、総合科学研究科、生物圏科学研究科の放射線施設の放射線管理の支援を行っています。このような観点からの全学支援も積極的に行っていきたいと考えています。また、平成 30 年度は、東広島キャンパスの放射線施設の集約化についても検討しました。

「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」が「放射性同位元素等の規制に関する法律」に変更されました。これまでの法律の目的は、放射線業務従事者の放射線障害の防止と公共の安全確保が目的でしたが、新しい法律ではこの目的に加えて放射性同位元素の防護（セキュリティ対策）が追加されました。今回の法令改正には多くの変更があり、その変更を放射線障害予防規程に反映させなければなりません。平成 30 年度は全学の中心になって予防規程の変更を進めました。

2. 全国での貢献

私たちは日本アイソトープ協会、日本放射線安全管理学会、大学等放射線施設協議会等

を通して全国の RI 施設と連携を取りながら活動しています。この中では、それぞれ、理事、会長、理事として活動しており、これは全国的にも広島大学が貢献しなければならないことであると考えています。今年度は特に、日本放射線安全管理学会の会長として貢献してまいりました。これからも、広島大学のセンターとしてのプレゼンスをより一層あげていきたいと意気込んでおります。

3. LP への貢献

広島大学では、「放射線災害復興を推進するフェニックスリーダー育成プログラム ―放射線災害による人と社会と環境の破綻からの復興を担うグローバル人材育成―」が平成 23 年度、文部科学省「博士課程教育リーディングプログラム」に採択されました。私どものアイソトープ総合部門は放射能環境保全コースの支援をさせていただいています。また、アイソトープ総合部門はこのプログラムのトレーニングセンターとなり、アイソトープ総合部門を使用して実習を行っています。教授は放射能環境保全コースのコースリーダーとして貢献しており、また平成 30 年度末現在このプログラムの学生 8 名が教授のグループに在籍し、勉学に励むとともに研究を進めています。この点に関しましてもなお一層貢献したいと考えています。

4. 独自の研究

支援センターの教員であっても各自の研究を進めることは大学人として当然であります。スタッフ全員がこのことも忘れず研究活動を展開していかなければならないと考えています。アイソトープ総合部門としては引き続き放射線安全管理に関する研究や環境保全に関する研究、さらには福島復興に関する研究を進めていきたいと考えています。また、教授は理学研究科化学専攻分子反応化学講座で放射線反応化学研究グループを率いており、放射線が関係する化学研究を中心に教育研究を積極的に行っています。平成 30 年度は、ボゴール農科大学 研究・コミュニティサービス研究所 環境研究センター（インドネシア共和国）と部局間交流協定を締結しました。本協定を契機として、環境浄化の分野における共同研究の推進、教員、学生の交流などを通じて、相互交流を展開していく予定です。

私たちは全学的な放射線安全管理と放射線利用教育研究の推進に努めるとともに我々独自の研究も強く進めてまいります。それと同時に、放射線災害からの復興の核となる人材の育成にも、微力ですが努めてまいりたいと思います。さらに、学外での活動においても広島大学として相応の貢献をしたいと考えています。より一層貢献してまいりますので、ぜひ関係各位のご理解を賜りたく存じます。

【アイソトープ総合部門での研究紹介】

黒瀬川支流に形成される赤褐色バイオマットを用いたR I排水の浄化

松嶋 亮人

<序論>

東広島市には黒瀬川が流れており、その広島大学東広島キャンパス下流にある支流には豊富な赤褐色バイオマットが形成されている。これまでの研究からバイオマットには放射性同位元素(R I)を吸着する能力が高いことが分かっている。(図1)そこで、バイオマットを用いてR I排水の浄化および廃棄物の減容化に寄与することができると考え研究することとした。今回は、赤褐色バイオマットを形成する微生物の同定、微生物の培養方法を検討した結果を報告する。

<方法>

赤褐色バイオマットは広島大学東広島キャンパスを經由して流れる黒瀬川の支流から採取した。微生物の同定は採取したバイオマットからDNAを抽出し、得られたDNAを鋳型にPCRを行い、16S rRNA遺伝子を増幅し、塩基配列を解析することで行った。また、微生物の培養は、これまでに知られている鉄細菌の単離・培養用の培地を検討した。

<結果・考察>

塩基配列解析の結果、バイオマット中には多くの微生物が存在し、塩基配列の相同性から大きく分けて2種類(A, B)の微生物によって構成されていることが判った。(図2)また、顕微鏡観察から *Leptothrix* 属と *Gallionella* 属の鉄酸化細菌が多く生息していることが示唆されていたが、16S rRNA 遺伝子解析によって *Geothrix* 属、*Anaeromyxobacter* 属など、環境中での鉄循環に関与する微生物の存在も示唆された。その他の微生物としては、メタン資化菌や芳香属化合物の分解に関与することが示唆されている環境浄化に有用な微生物などの存在も示唆され、バイオマットの環境浄化への寄与が示唆された。

微生物培養の結果、好気条件の培地からは

Janthinobacterium 属、*Aeromonas* 属、*Flectobacillus* 属、*Arcicella* 属、*Iodobacter* 属、*Flavobacterium* 属の細菌が単離することができたが、嫌気条件の培地に生育する微生物は得られなかった。一方、顕微鏡観察から予想された

Leptothrix 属と *Gallionella* 属等の鉄酸化細菌は培養することができなかった。今後、培地の種類およびアッセイ法を検討することで、R Iを吸着する微生物を単離・培養し、R I排水浄化に寄与できる微生物を見出す予定である。

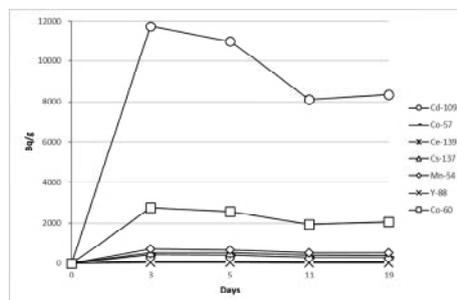


図1. バイオマットへのR Iの吸着における継時変化

7種類の人工R Iを含む模擬R I排水へバイオマットを投入し、バイオマットに吸着されたR Iの量を継時的に測定した。3日後にはほぼ吸着量が飽和した。

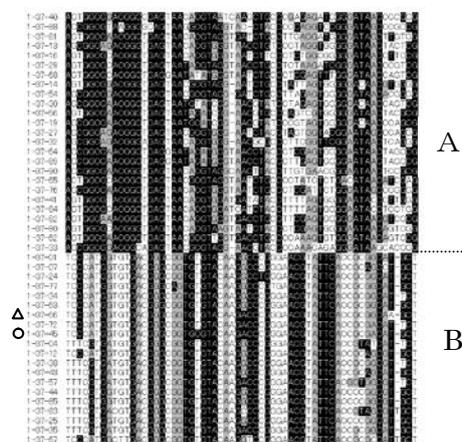


図2. バイオマット中に確認された微生物の16S rRNA遺伝子の部分配列
塩基配列解析の結果、バイオマット中には多くの微生物が存在しており、二種類の微生物群(A,B)に分けられると考えられる。△: *Leptothrix* 属、○: *Gallionella* 属

【施設利用者の研究紹介】

DELLA-GAF1 複合体によるジベレリンフィードバック制御機構の解析

理学研究科 生物科学専攻 深澤 壽太郎

植物ホルモンの1つジベレリンは、植物の発芽、伸長成長、葉の展開、開花に対し促進的にはたらくホルモンである。ジベレリンが合成できない変異体は、発芽、成長が抑制され写真のように矮化する (Fig.1)。対照的に、ジベレリンを外から過剰に投与すると、植物は、伸長成長をつづけ徒長した形態を示す。ジベレリンは、前駆体となる GGDP (ゲラニルゲラニル2リン酸) から、活性型のジベレリンに至るまでに6つの酵素による反応を経て合成される。植物体内のジベレリン量は、厳密に制御されており GA 生合成の最終の2段階の反応を制御する GA20 酸化酵素(GA20ox)、GA3 酸化酵素(GA3ox) の遺伝子発現は、フィードバック制御を受けることが報告されている。GA 量が多い時は、GA20ox、GA3ox の発現量が低下し GA 生合成が抑制される。GA 内生量が低下した時には GA20ox、GA3ox の発現量が増加し GA 生合成が促進される (Fig.2)。植物には、GA 内生量の恒常性を維持するため、体内の GA 量を感じ、GA 生合成遺伝子の発現量を調節することで内生量を調節する機構が存在する。このフィードバック制御では、GA 量を感じ GA 量を調節するため、GA 信号伝達と GA 生合成は密接に関連する。これまでに、GA 信号伝達経路において主要な抑制因子として DELLA タンパク質が報告されている。DELLA は、植物固有の GRAS ファミリーに属する核内タンパク質であり、GA 内生量が低いときには核内に蓄積し、活性型 GA が合成されると DELLA は、ユビキチン化され分解される。抑制因子の DELLA が分解されると下流の信号伝達の抑制が解除されジベレリン応答がおこり、植物は成長が促進されることが知られていた。しかし、「DELLA がいかんして、下流の信号伝達を制御するのか?」の分子機構は不明であった

筆者らは、独自の手法により DELLA と相互作用する転写因子 GAF1 を単離した。さらに、GAF1 は、DELLA のほかに TOPLESS ファミリーに属する TPR と相互作用することを明らかにした。DNA 結合能を持たない DELLA、TPR は、DNA 結合能を有する転写因子 GAF1 と複合体を形成し標的遺伝子の発現を制御する。DELLA は転写活性化能を有するコアクチベーターとして、TPR は転写抑制能を有するコリプレッサーとして機能することが明らかとなった。

GA 非存在下では GAF1 は、DELLA と結合し、転写活性化複合体として標的遺伝子の発現を促進する。GA 存在下では DELLA が分解され、GAF1 は TPR と結合し、転写抑制複合体となり標的遺伝子の発現を抑制する。GA は、DELLA の分解を介して、GAF1 複合体の構成を変化させることによって、標的遺伝子の発現の ON/OFF を制御することが明らかとなった (Fig.3)。この制御モデルは、GA フィードバック制御に合致し、GA フィードバック制御を受ける GA 生合成遺伝子 GA20ox、GA3ox が GAF1 の標的遺伝子であることをゲルシフト解析等の分子生物学的な解析より明らかにした (Fig.4)。さらに、形質転換体を用いた解析より、DELLA-GAF1 複合体が、GA フィードバック制御の主要な制御因子として機能していることを明らかとした。

関連論文

- *Fukazawa, J., Teramura, H., Murakoshi, S., Nasuno, K., Nishida, N., Ito, T., Yoshida, M., Kamiya, Y., Yamaguchi, S., and Takahashi, Y. DELLAs function as coactivators of GAI ASSOCIATED FACTOR1 in regulation of GA homeostasis and signaling in Arabidopsis. *Plant Cell*. 26, 2920-2938. (2014)
- *Fukazawa, J., Ito, T., Kamiya, Y., Yamaguchi, S. and Takahashi, Y. Binding of GID1 to DELLAs promotes dissociation of GAF1 from DELLA in GA dependent manner. *Plant Signal Behav.* 10, e1052923. (2015)
- *Fukazawa, J., Mori, M., Watanabe, S., Miyamoto, C., Ito, T. and Takahashi, Y. DELLA-GAF1 complex is a main component in gibberellin feedback regulation of GA 20-oxidase 2. *Plant Physiol.* 175, 1395-1406. (2017)

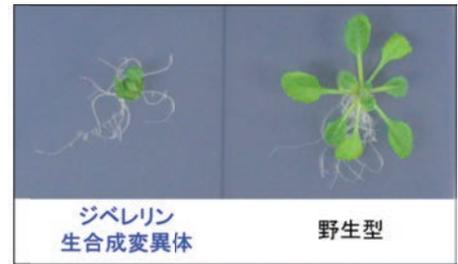


Fig.1 GA生合成変異体の表現型

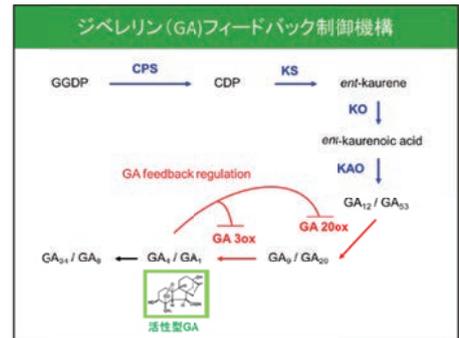


Fig.2 GA生合成経路とフィードバック制御

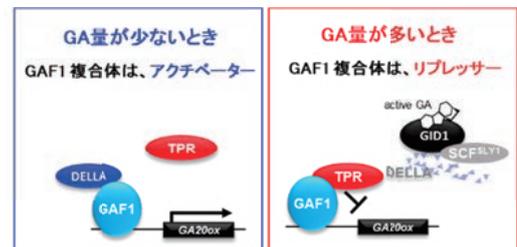


Fig.3 GAF1複合体による転写制御モデル

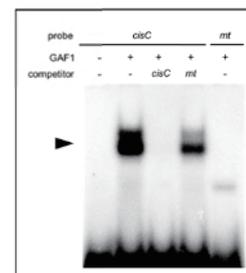


Fig.4 ゲルシフト解析

GAF1タンパク質が、GA20oxプロモーター上に存在する配列に特異的に結合することを示した (RIを利用した解析)