

国立研究開発法人

量子科学技術研究開発機構

高崎量子応用研究所

第64号

高崎研だより

役立つ科学

植物検疫に有効なガンマ線照射について

My favorite

有酸素運動で心身リフレッシュ

日本/世界見聞録

アフターコロナのブリスベン

研究装置紹介

機能性細胞フロー観測解析システム



Q1. 植物検疫について教えてください

植物検疫とは、輸出入する植物由来の食品等に混入して、本来受け入れ国に存在していなかった病害動植物を排除するための措置のことで、通常、生産園地や選果場などの登録、病害虫の発生状況調査、輸出時の検査など様々な防疫策について、二国間協議によって決められます。

その植物検疫の肝となるのは病害虫の殺虫処理で、薬剤燻蒸、低温処理、蒸熱処理などがあります。しかし、薬剤燻蒸に用いる臭化メチルは、食品への残留性、発がん性、オゾン層破壊などの懸念があります。

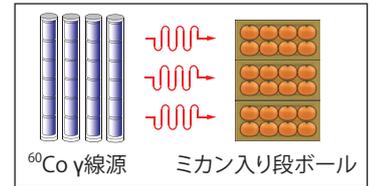
放射線照射は、これらを心配することなく病害虫の死滅が可能です。この死滅は病害虫の蔓延防止が目的ですので、卵・幼虫・蛹・成虫のいずれかのステージで成長がとまれば検疫として成功となります。放射線殺虫は低線量で処理可能で、日本に存在していて輸出相手国が侵入を警戒しているリンゴに寄生するモモシクイガとミカンに寄生するミカンバエについて試験を行いました。



リンゴ果実に食入するモモシクイガ

Q2. リンゴやミカンへの放射線照射試験は、どのように行うのですか？

放射線は照射してもほとんど温度変化しないので、生鮮果実や冷凍食品の処理が可能です。試験は、透過力が高く梱包後でも処理が可能なガンマ線を利用して、羽化防止が達成できることを指標に、モモシクイガの幼虫に 250 Gy、ミカンバエに 150 Gy を照射しました。



ミカンへのガンマ線照射

また、殺虫試験とは別に照射フルーツの品質劣化を調べるため、殺虫線量の 2 倍以上の線量で、外観と切断面の障害の有無、糖度、酸度などの果実試験の他、実際に試食して、甘さ、酸味、香り、渋み、異臭の有無を調べる食味試験を行い、非照射果実と比較しました。

Q3. 試験結果について教えてください

右表に、ミカンバエの殺虫試験結果を示します。非照射のミカンでは羽化率は 77% でしたが、照射したミカンで羽化した幼虫は 0% でした。

ミカンバエの殺虫試験結果

	果実数	幼虫数	羽化数	羽化率
照射なし	121	60	46	76.7
照射あり	157	99	0	0.0

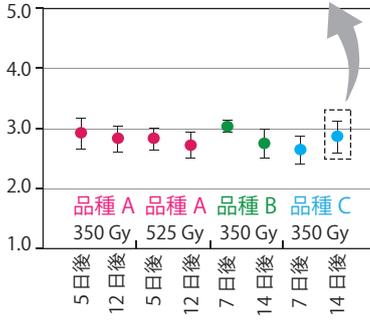


照射なし (14日後) 照射あり (14日後)

また、モモシクイガの羽化率は、非照射リンゴで 70%、照射リンゴ 0% でした。

照射により両フルーツ中の幼虫羽化を完全に抑えることができました。

果実試験では、ミカンの一部に外皮が着色する品種がありましたが、その他のミカン及びリンゴではほとんど大きな差は観られませんでした (左写真参照)。食味試験は、8 名のボランティアにご協力いただき、非照射果実 3 点に対して、照射果実を 1~5 点で評価していただきました。その結果、ミカンは、照射により少し評価の低い品種もありましたが、全体的には照射有無による品質劣化はほとんど確認されませんでした (左図参照)。一方、リンゴでは照射によりサクサクとした食感が減少する傾向がみられました。



ガンマ線照射によるミカンの食味試験結果

Q4. 今後の植物検疫についてどのようにお考えでしょうか？

今回の結果から、放射線照射によりリンゴとミカンの植物検疫が可能であることがわかりました。しかし、皮をむいたら果肉に死んだ幼虫がいたとなると日本の農産物の評価は下がってしまいます。いずれの検疫処理法においても、まずは果樹農園での害虫防除策が不可欠であり、検疫処理はそれを補完する対策であることに変わりはありません。

健康診断結果が届き、中身を見て驚いた。血圧がちょっと高いことは受診時に分かっていたが、脈と血液の検査結果の欄に「要再検査」との記載があった。「まだまだ若い！」とだけ思っていただけに、正直ショックであった。指示にしたがって、医療機関を受診し再検査してもらった結果、大事には至らなかったが、生活習慣を見直す必要があると思った。

振り返ってみると、帰宅時間や夕食をとる時間などの影響も考えられるが、一番の原因は「運動不足」ではないだろうか。私は運動音痴で出不精のため、平日どころか休日も全く運動しておらず、また日々の業務も現場作業よりもデスクワークがほとんどである。何か体を動かすことをやらなければと考え始めていたところ、楽しそうにランニングしている人を見かけた。日々、QST 内外の施設利用を希望する研究者の日程調整等で気疲れしている自身にとって、ランニングは人に関わらず自分のペースでできる良い運動ではないかと思った。



健康診断結果は社会人の通知表



ジョギングを始め、早2ヵ月

早速、週末にシューズを購入して、ランニングより軽いジョギングから始めた。長い間運動をしていなかったもので、走るというより早歩き程度で、しかも最後はほとんど歩いている状態であったが、15分程度の久々の運動を終えた後は心地よい疲れが残り、走っている人の気持ちがようやく少し理解できた気がした。飽き性ではあるが、同僚の「お腹出てきたね」という激励？を支援に無理せずに続けていきたいと思う。今後の健康診断結果が楽しみである。

動かないニワトリ (ペンネーム)

日本/世界見聞録

アフターコロナのブリスベン

国際共同研究を展開するため、2023年4月下旬にオーストラリア第三の都市ブリスベンに渡りました。私が滞在するクイーンズランド大学 (UQ) は世界大学ランキング 43 位であり、オーストラリアの大学ランキングで 3 番目に入る名門です。UQ キャンパスは中心街からバスで 30 分ほどの郊外にあり、落ち着いて研究を行うには良い場所です。キャンパス付近は坂が多く、バスに乗っているとジェットコースターに乗っているような気分になります。

現地に到着したときは、日本の習慣で感染対策としてマスクをしていました。ある日バスの中で、こちらでは体調が悪い人のみがマスクをするので外したほうが良いとアドバイスを受け、アフターコロナを実感しました。



ブリスベンの街並み

南半球の現地は冬で、朝晩は 10℃付近まで気温が下がる日もありますが、日中は薄着でも過ごせる陽気の日もあります。ただ、年間を通して紫外線が強いため、日焼け対策は必須です。



クイーンズランド大学の校門

更にオーストラリアに来て実感したことは、日本に比して物価が高いことです。一時滞在者にとっては何かとコストがかかりますが、経済全体が好循環に回っている印象を受けます。また、その経済発展の根幹に移民政策があり、国の抱える問題を移民を受け入れることで、積極的に解決しようとする姿勢がみられます。

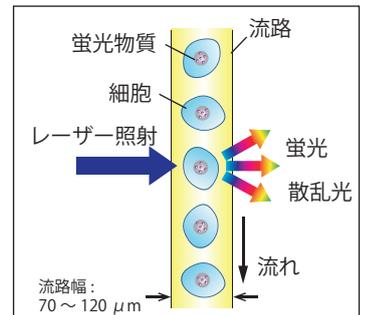
5 月よりコロナ前のように気軽に海外渡航しやすくなりました。皆さんも是非ブリスベンを訪れてみてください。

山本 洋揮 (量子機能創製研究センター)

【原理と特徴】

機能的細胞フロー観測解析システムは、一般にはフローサイトメーターと呼ばれ、溶液中に懸濁された細胞もしくは粒子を計数、選別、特性解析するためのレーザーを利用した測定装置で、細胞生物学分野において広く活用されています。

装置内では、細い流路内を細胞やその他の粒子が列になってレーザー光照射位置を通過し、光との相互作用が光散乱と蛍光強度として電気検出装置により測定されます（右図参照）。もし細胞を蛍光標識し、蛍光色素が特異的かつ化学量論的に細胞構成物と結合していれば、蛍光強度を測定することで特定細胞構成物の量を知ることができます。フローサイトメーターは、最大 1,000 個程度の細胞に対して多数の物理的かつ化学的パラメーターを 1 秒間で解析することが可能です。



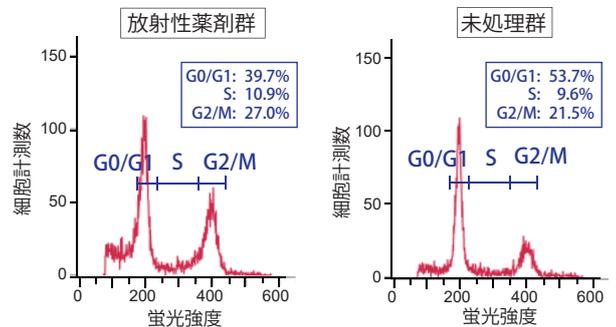
フローサイトメーターの原理

パラメーターは、多様な細胞表面タンパク質から代謝機能、細胞周期状態、酸化還元状態、DNA 含量まで広範囲にわたり、フローサイトメーターを用いて細胞の形態的・生理的な性質や機能を決定できるだけでなく、生細胞の選別も可能です。このため、懸濁液中の細胞分析や精製を迅速かつ定量的に行うことができます。

【実際の分析例】

我々の研究プロジェクトで開発した α 線を放出する放射性薬剤によるがん細胞殺傷効果を調べるため、フローサイトメーターを利用して細胞周期への影響を検討した例を示します。

がん細胞は DNA をはじめとする細胞構成成分の合成と細胞分裂を繰り返して盛んに増殖しますが、このサイクルを「細胞周期」と言います。細胞周期には核 DNA 合成期 (S 期) と有糸分裂期 (M 期) があり、これらが始まるまでの間をそれぞれ G1 期、G2 期と呼び、G1 → S → G2 → M → G1 と進みます。 α 線を含む放射線によって DNA が破壊されると、細胞は DNA を修復するため細胞周期を停止します。細胞が含有する DNA 量は細胞周期に応じて増減することから、DNA 量を指標とすることで細胞周期を測定可能です。



フローメーターによる細胞周期解析

細胞周期の解析には、DNA 含量によく相関する蛍光色素を利用します。我々は DNA に高い親和性を有する Propidium Iodide (PI) を使用して、未処理がん細胞と放射性薬剤処置がん細胞の DNA 量をフローサイトメーターで解析しました。その結果、未処理群と比べ、放射性薬剤処置群では G1 期の細胞割合が低下し、G2/M 期の細胞割合が増加しました（右上図）。これらの結果から、放射性薬剤によってがん細胞が G2/M 期停止したことが分かりました。

Qメッセージ

イオンビーム照射施設 TIARA は 1993 年に完成し、今年で 30 歳となりました。人間では働き盛りとなりますが、施設としては経年劣化により至る所で補修が必要となってきました。しかし、コアとなる加速器・ビーム照射に関しては常に技術開発を行い、世界最高性能のものがいくつもあります。第二期中長期計画に向けて、高崎ならではの成果が生まれるように、イオンビームを精密に制御する技術に磨きをかけていきます。
(先進ビーム利用施設部長 齋藤 勇一)