

最新の研究成果を分かりやすく解説

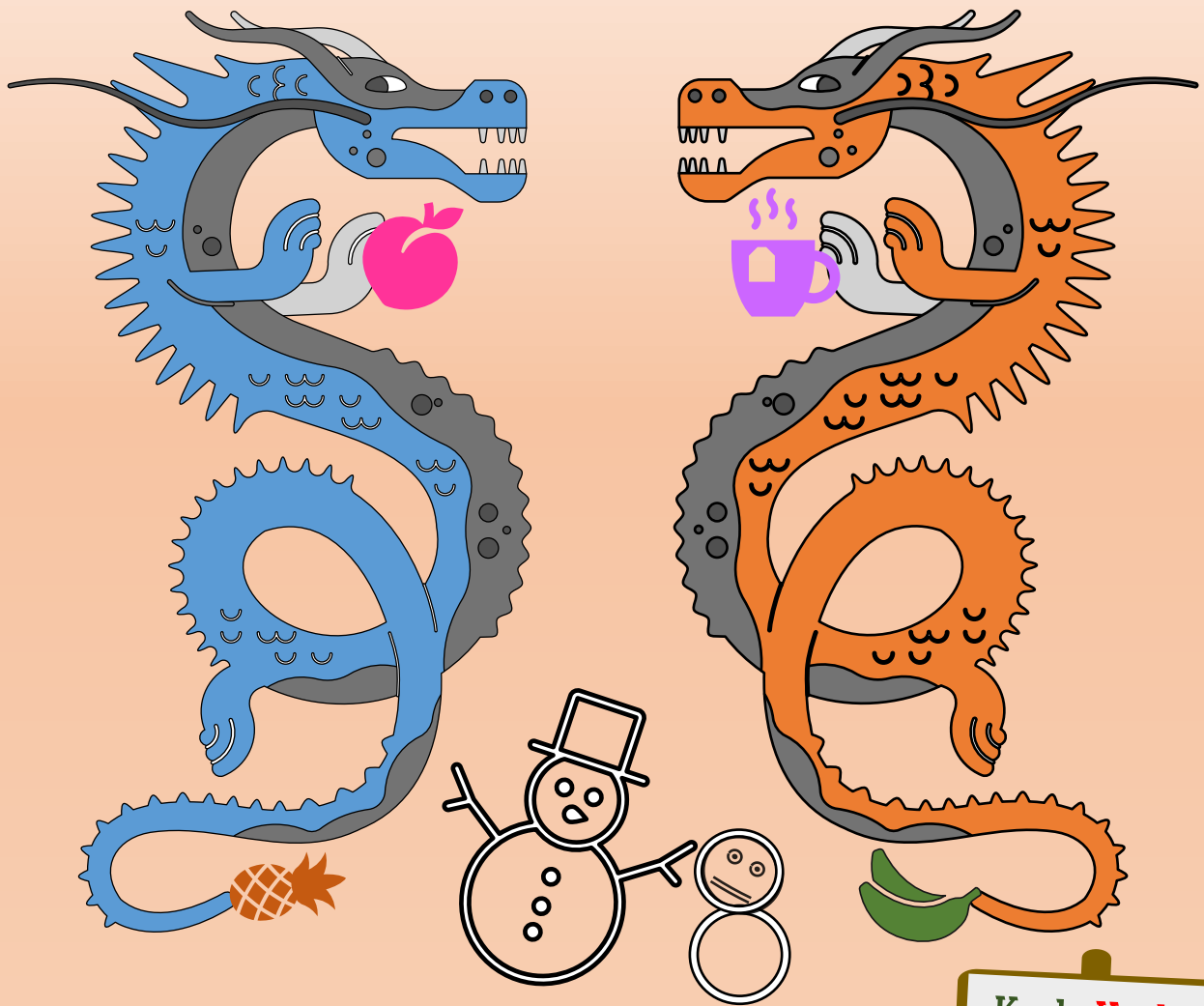
彩り・潤い・安らぎ、そして健康を、果物・お茶とともに

Fruit &

隔月刊

No.41

Tea Times



巻頭言「環境DNA」

特集「新しい台木研究」

- ・リンゴ台木の品種開発
- ・挿し木で増やせるカキわい性台木(豊楽台)

KachaKacha
Tips

クルミ

Fruit & Tea Times No.41 January 2024

環境DNA

2024年、新たな一年の幕があけました。今年の干支は辰で、十二支の中で唯一仮想的な生物で、縁起の良い象徴とされています。年始から能登半島地震や航空機事故など痛ましい自然災害や事故がございましたが、本年も皆様にとって実りのある充実した一年となることを心よりお祈りしております。

さて、今回のFruit & Tea

Timesの巻頭言では、**環境DNA**

(**environmental DNA: eDNA**)

を取り上げたいと思います。近年、生態系や生物多様性の保全に関する課題への関心が高まりつつある中で、**eDNA**が効果的なツールであることが認識され、その利用について開発が進めら

果樹茶業研究部門 果樹品種育成研究領域長

れています。**eDNA**は、土壌や

水などのさまざまな環境中に放出された生物由来のDNAの総称で、環境中のDNAを検出するためのプライマーセットを用いて

PCR増幅した後、次世代ゲノム

シーケンサーで解析します。得

られた塩基配列データをデータ

ベースと照合して解析すること

で、現在その環境に生息してい

る、または過去に生息していた

生物種や存在量を推定したり、

ある特定の種が生息しているか

どうかを判定したりできること

から、保全生物学、生態学、系

統分類学、微生物学、古生物学

などの分野の研究に利用されて

います。**eDNA**シーケンスは、生

態系の変化をモニタリングする

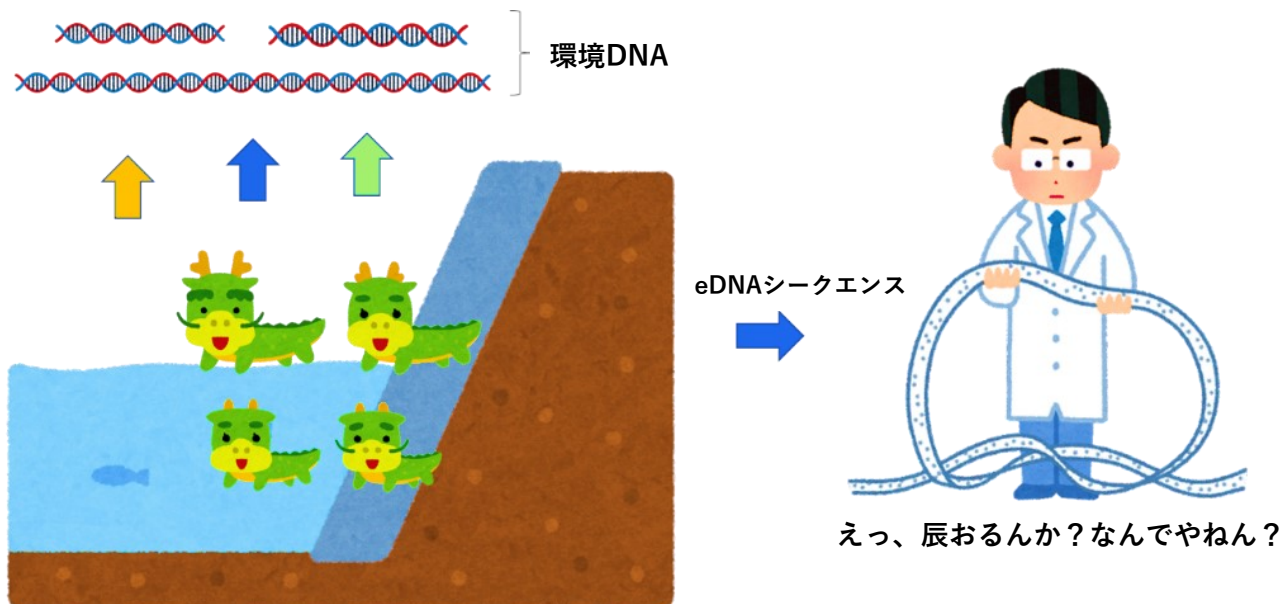
島田 武彦

技術として急速に普及しており、下水中から検出される新型コロナウイルス変異株の検出、生物多様性調査、土壌検査などに活用されています。

果樹の研究分野に目を向けてみると、20年ほど前までは、主要な果樹の全ゲノム配列の決定に膨大な時間や予算、人的労力を費やして取り組んでいた段階でした。ゲノム全体で何塩基対あるのか？タンパク質などをコードする遺伝子の数は一体どれくらいあるのか？など、多くが不明であり、全てのゲノム配列を決定するのは夢のような時代でした。しかし、次世代ゲノムシーケンス解読技術が登場してから十数年の間に技術の進歩

とコスト低減が急速に進みました。その結果、各果樹で基準となる参照ゲノム配列が整備されるのに加え、最近では1つ1つの品種のゲノム配列を解読するなど、ゲノム情報基盤が飛躍的に充実してきました。また、これらのゲノム情報基盤を利用して、農業上の有用形質に係るゲノム領域や遺伝子が同定され、育種の効率化を図るためのDNAマーカーが開発されるなど、次世代ゲノムシーケンス技術が、果樹の育種分野の研究進展に大きく貢献しています。

近年、農業分野におけるeDNAの利用事例として、小麦に感染する真菌病原体の種の同一性を測定するためのモニタリング、土壌におけるミミズや微生物等の生物多様性の調査や侵入病害虫や病原体の早期検出などの報告がみられます。自然環境での生物の分布や動態をeDNAでモニタリングすることにより、病害や生態系に対する潜在的なリスクを早期に検知し、被害が拡大する前に有効な対策を講じることが期待できます。果樹分野においてもeDNAバイオモニタリング技術の活用により、これまで樹体の大きさや掘り起こしのできない地下部のサンプリングがネックとなってアプローチが難しかった研究や侵入病害虫のモニタリングなどの研究が躍進することが考えられます。次世代ゲノムシーケンス解読技術が研究を進展させたように、10年後、20年後、eDNAバイオモニタリング技術を用いた果樹分野の研究がどのように飛躍していくのか、楽しみにしています。



しまだ たけひこ

2023年4月1日から果樹品種育成研究領域長をしています。果樹の新品種の魅力をわかりやすく発信できるように努めて参りたいと思います。休日は観光スポットやグルメスポットの探索を兼ねてサイクリングを楽しんでいます。つくば市の郊外は、広大な平野がひろがっており、体力的に、そろそろ電動アシストが必要な今日この頃です。

著者のポートレートは**本誌18号**にあります。



特集「新しい台木研究」

リンゴ台木の品種開発

リンゴ台木は縁の下の力持ち

リンゴを初めとする大部分の果樹では、種から育てた植物が親とは同じ性質を示さないため、接ぎ木によって繁殖させることが必要です。接ぎ木とは、枝などを切り取って（**穂木**）、同種または近縁な異なる種の植物体（**台木**）に接合する栄養繁殖法のことです（**写真1**）。栄養繁殖法によれば、母植物体と同じ形質を持つ個体を増殖できます。このため、リンゴ園の樹は、根を張って幹と枝を支え、水分や養分を吸収する役割の**台木品種**に、果実を食用にする「ふじ」や「つがる」などの**穂木品種**が接ぎ木されています。大部分が地



写真1. リンゴの接ぎ木（切り接ぎ）。
左の写真のようにビニールテープで**穂木**（上部）と**台木**（下部）を縛り付けると、1か月ほどで右の写真のように組織が癒合して、水分や養分のやりとりができるようになる。

果樹茶業研究部門
落葉果樹品種育成グループ

森谷 茂樹

下にあるので存在に気付きにくいリンゴの**台木**ですが、果実品質・生産性・作業性を左右する重要な要素です。ここでは、そんな縁の下の力持ちである**リンゴ台木の品種開発**についてご紹介いたします。

リンゴ台木の歴史

今から一五〇年ほど前までは、リンゴは樹が大きく成長する性質を持つ台木に接ぎ木されており、作業がとて大変でした（**図1**）。このような状況に变革をもたらしたのは、イギリスの研究者が一九一八年に発表した、取り木によって栄養繁殖できるリンゴの**台木**を整理・分類

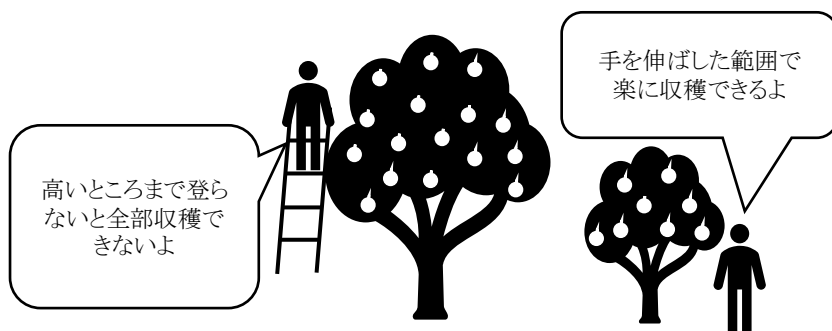


図1. 台木の違いによるリンゴ樹の大きさの違い。
 左：150年程前までのリンゴの樹。樹高は6mを越える。
 右：M.9を台木に利用したリンゴの樹。樹高3m程度を維持できる。

した報告でした。この中で言及されている、樹体が小さくなる性質を持つ台木(M.9)を使えば、樹が小さくなり栽培管理が簡単になることが知られるようになりました(図1)。M.9は日本にも導入されており、世界中で盛んに利用されています。

リンゴ台木の品種開発

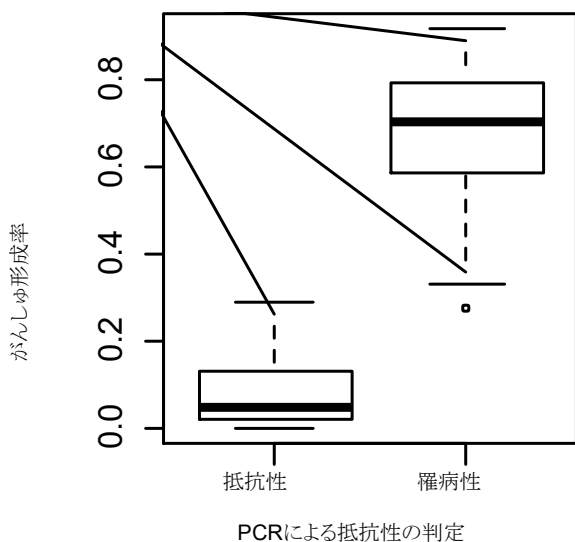
一方、農研機構果樹茶業研究部門の前身である農林水産省果樹試験場では、M.9を改良したJM台木シリーズを5品種育成して、1990年代に品種登録しました。ところが、2000年ころに、JM台木を初めとするリンゴの苗木に根頭がんしゅ病が多発するという問題が起きました。根頭がんしゅ病が発生した苗木は商品価値を失ってしまいます。このため、私たちは根頭がんしゅ病抵抗性のリンゴ台木品種を開発するための研究を始めました。

まず初めに行ったのは、根頭がんしゅ病に抵抗性を示すリンゴの探索です。その結果、日本在来のリンゴ属植物の一つであるミツバカイドウが抵抗性を示すことが分かりました(写真2)。次に、ミツバカイドウとJM台木との交雑実生を作成した

ところ、約半数の個体に抵抗性が遺伝する事が分かりました。

この現象について分子生物学を使って研究し、抵抗性をもたらす遺伝子が存在することを突き止めました。さらに、この遺伝子の有無をPCRによって識別する技術を開発しました(図2)。これによって、手間のかかる根頭がんしゅ病菌の接種試験を経ずに、抵抗性個体を識別することが可能になったのです。現在は、根頭がんしゅ病抵抗性の個体の中から、挿し木繁殖が容易であったり、糖度の高い果実が成る、などリンゴの栽培に適した性質を併せ持つものを選抜しています。根頭がんしゅ病抵抗性を持つリンゴ台木の研究を始めて約20年が経過しましたが、新品種の開発はまだ途上にあります。今後、根頭がんしゅ病抵抗性のリンゴ台木の育成完了を

報告できる日が来ることを願っています。



地上部に発生した根頭がんしゅ病 (接種試験の結果)

図2. PCRによって判定できる根頭がんしゅ病抵抗性。抵抗性と判定された個体は罹病性と判定された個体に比べてがんしゅ形成率が低い。



リンゴの品種開発、特に台木の育種はこれまで20年近く主要なテーマとしています。仕事の合間には、果物とお茶でリフレッシュ！

もりや しげき

挿し木で増やせる

カキわい性台木（豊楽台）

カキは、果樹の中でも高木になりやすい樹種です（写真1）。

通常は、せん定で樹を低くする場合、強めのせん定になります。

その場合、春先から徒長した枝が多く発生しやすくなり、樹勢をうまく落ち着かせて維持管理するのは、整枝や誘引などの栽培管理が必要となります。せん定で樹を低くしても樹が落ち着く方法として、わい性台木の利用が有効です。カキもわい性台木の要望が強く、農研機構だけでなく大学や公設試で長年研究が進められてきました。しかし、カキは挿し木で容易に発根しないため、繁殖性（発根性）が実用的なわい性台木を育成する上で大きな課題でした。ここでは、

カキわい性台木の新品種「豊楽台（ほうらくだい）」の特性と繁殖性を紹介します。

「豊楽台」の特徴

「豊楽台」は2025年10月に農研機構と島根県の共同で品種登録出願を行い、2026年8月に品種登録されたわい性台木用の新品種です。「豊楽台」台木に接いだ「富有」樹は、共台（穂品種と同じ種の実生苗を利用した台木）の「富有」樹（「アオガキ」実生台木）と比較して、樹高や樹の大きさが小さくなります（写真2）。樹は小さくなりますが、果実品質への影響はありません。樹高や樹の容積が共台樹より小さくなるため、1樹当たりの収量は少し減りますが、

農研機構

知的財産部・調査役

薬師寺 博

単位容積当たりの収量は、共台樹のそれより、「1.1倍程度高くなり生産効率が高まること」がわかっています。樹が小さく密植



写真1 大木になるカキの例、一昔前まで農家の庭先には必ずと言っていいほど大きなカキの樹がありました。

挿し木による繁殖

栽培できるため、畑に多めに樹を植えることによって収量は確保でき、むしろ多くすることも可能です。

わい性台木の場合、台木のクローン苗を育苗する必要があります。なぜなら、実生由来の台木のように遺伝的なばらつきが



写真2 カキ「富有」（左：共台樹、右：「豊楽台」台木樹、ともに17年生）

農薬登録

ある台木では、接ぎ木した穂品種へのわい化効果が安定しないためです。カキは休眠枝で挿し木しても発根しないため増やすことができません。ほとんどのカキは、組織培養によって発根させ苗木生産できますが、残念ながら組織培養によって台木を育苗する種苗会社はほとんどありません。近年、カキでは、発根促進剤とミスト処理によって緑枝で発根する系統が見つかりました（写真3）。「豊楽台」は、緑枝挿し木で容易に発根して増殖できる形質を持った台木品種です（写真4）。

上述したように、2016年には「豊楽台」は、品種登録されましたが、すぐには苗木販売できませんでした。種苗会社で販売用の台木を育苗する場合、発根



写真3 カキの緑枝挿し木



促進剤が必要で、その農薬登録が必要でした。幸い、農薬登録に協力してくれる農薬会社があり、2年間の判定試験の結果、「カキ苗木」の発根促進剤として農薬登録できました。2022年から「**豊楽台**」の穂木が種苗会社に提供できています。接ぎ木苗木の販売には、もう数年を要しますが、今後、カキの省力・軽労化技術として普及することを期待しています。

写真4 「**豊楽台**」の挿し木の発根状態



やくしじ ひろし

専門はブドウとカキなどの栽培生理です。高木になりやすいカキを小さくするわい性台木の早期育苗技術やイチジクの土壤病害に強い抵抗性台木の開発に取り組んできました。昼休みに体に無理ない程度にテニスを楽しんでいます。

著者のポートレートは**本誌25号**にあります。



知ってるようで
知らない果物



研究推進部研究推進室 和田 雅人

カラスの面白い行動の一つとして、硬い木の実を割ってその中身を食べるために木の実を上空から落としたり、道路に置いて車にひかせたりします。そんな行動を実際にご覧になった方も多いと思います。更に発展形(？)として、確実性を増すためか、信号待ちで停車している車のタイヤの前に置いたり、直接歩いている人間の前に置いて、割るように催促したりと工夫している個体も見かけます。ただし、後方から頭の上を飛び越し

て、目の前に着地、木の実を割るようおねだりされるのは、こちらの心臓にとっても悪い。

さて、その木の実の一つに

「クルミ」があります。縄文時代の遺跡からクリとともに良く見つかる日本原産のモノは、

「オニグルミ(*Juglans*

sieboldiana Maxim.)」や「ト

メグルミ(*J. subcordiformis*

Dode)」です。日本人とは古く

からお付き合いしている木の実ということになります。これらの

の「クルミ」は日本各地の川沿

いや平坦地に自生しており、北

海道から九州まで広く分布しま

す。このクルミの果実の果肉を

腐らせて除き、固い殻の中の果

仁(子葉)が食べる部分の「クル

ミ」です。現在世界で多く栽培

されているのは「ペルシヤグル

ミ(*J. regia L.*)」や「オニグルミ」や「ヒメグルミ」に比べて殻が薄く、果仁(食べるところ)の割合が大きい種です。

国内で消費される「クルミ」は米国産の「ペルシヤグルミ」がほとんどを占めています(輸入量の96%が米国産 2017年)。こ

の「ペルシヤグルミ」の原産地

は、アジア西部からヨーロッパ

東南部辺りと考えられています。

紀元前10世紀頃にはすでに広く

栽培されており、その後イタリ

アやフランスで品種改良され、

イギリスには4世紀頃には伝

わったそうです。その後新大陸

発見後、米国に導入されてカリ

フォルニアを中心に大規模に生

産されるようになり、明治時代

に日本にも伝わりました。一方

東回りでは、ペルシア地方から

中央アジア、中国へ、4世紀には朝鮮半島まで伝播したそうです。日本への到達時期は定かではありませんが、江戸初期の書物にはすでに記載されており、日本へ伝わったペルシヤグルミの変種はテウチグルミやシナノグルミがあり、基本種のペルシヤグルミより耐寒性が強い特徴を持っています。

クルミの中にも殻が薄く手で割りやすい、可食部が大きいなど優れた特性を持つ品種が多数あります。これらの品種を維持、繁殖させるためには、今号の特集でも紹介している台木が欠かせません。しかし、クルミは接ぎ木が難しい果樹として知られていました(活着率が数%程度)。しかし、近年接ぎ木を結束する資材の開発や緑枝接ぎ法が考案

されて効率が改善されるようになり、品種の維持繁殖に役立っています。更に接ぎ木をした苗を土壌水分や温度を一定にすることで、飛躍的に活着率を上げることにも成功しています。



写真 噛み跡のあるクルミの殻が取れたクルミの果肉がきれいに空けて、中の果仁を食した痕跡

オオバタクルミ(*J. cinerea* var. *megacineria* Miki)の果実は最大7センチもある太古のクルミで、300万年前から110万年前まで繁栄していました。化石からも殻が厚く、溝も深く入り組んでいる事が分かり、可食部も小さかったと考えられています。その後クルミは小さく、溝が浅くなる方向に進化していったようです。現在小型化した**バタクルミ**(*J. cinerea* L.)がアメリカ東部に生きた化石として現存しています。**オオバタクルミ**の化石は日本でも産出します。日本で初めてこの化石を見つけたのは宮沢賢治です。岩手県花巻市の北上川の河床の地層から発見し、学会にも報告しました。この経験は後になって、童話「**銀河鉄道の夜**」に描かれ、物



語の中に出てくるプリオシン海岸でクルミの化石を見つげる場面につながったようです。さて、オオバタクルミの固い殻は化石として残りやすく、この化石は日本だけでなく世界中から発見されています、生存時期がはっきりしているため地質年代を同定する標準化石となっています。クルミの意外な一面です。

編集後記

今年はやや暖冬傾向で、余り寒さも感じないし、雪も多くない。ところが季節はやはり冬だったようで、先週少しばかりの降雪があった、すっかり白い世界が広がった。そんな朝の出勤時に車を運転して、交通量の多い交差点で信号待ちをしていると、対向車側の歩道に妙な「モノ」があることに気がついた。歩道も踏み跡以外は雪に覆われていて、その「モノ」も雪に包まれて形状からは一体何なのか判断が出来ない。高さ50センチ、横幅も同じくらいの盛り上がり(うねり)としか形容しようがない「モノ」。雪のない状態を想像して、歩道にそれに相当する何かがあっただろうかと思いを巡らしてみても、何も出てこない。ほぼ毎日通勤

する道とはいえ、信号待ちでその「モノ」の近くに停まる確率は低いだろうから覚えていないだけなのか？ または日常的に目にしているのだが、気にも止まらないほどありふれた「モノ」なのだろうか？ などと考えていると信号は変わり、車を前進させると、「モノ」は視界から消えていった。

その後「モノ」の正体を知りたくていろいろ想いを巡らせたりしてみても、雪が溶けたら「モノ」の正体が分かるかもしれないが、「モノ」が雪の衣を脱ぎ捨てると途端にありふれたものになってしまったり、私は気がつきにくいかもしれない。ちよつと車を降りて、歩道を歩き「モノ」に近づき、その「モノ」を確かめるといふ手もあるのだが



それよりは思考する方が楽しい。
隠されることで存在が印象づけられる「モノ」。サンテグジュペリ「星の王子様」のキツネの言葉を思いだす「ものは心で見ると、肝心なことは目では見えない」。ただの雪道の盛り上がりからそこまで大きさに膨らませすぎだ、と思う人もいるかもしれないが、でも確かに目に頼ってばかりでは見えない「モノ」もあるでしょう。

Fruit & Tea Times

2016年 11月 1日 創刊
2024年 1月 1日 41号刊行

刊行/国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門

企画・編集/研究推進部研究推進室 TEL 029-838-6447

住所/ 〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1

URL: <http://www.naro.go.jp/laboratory/nifts/>

彩り・潤い・安らぎ、そして健康を、果物・お茶とともに