

## [連載講座]

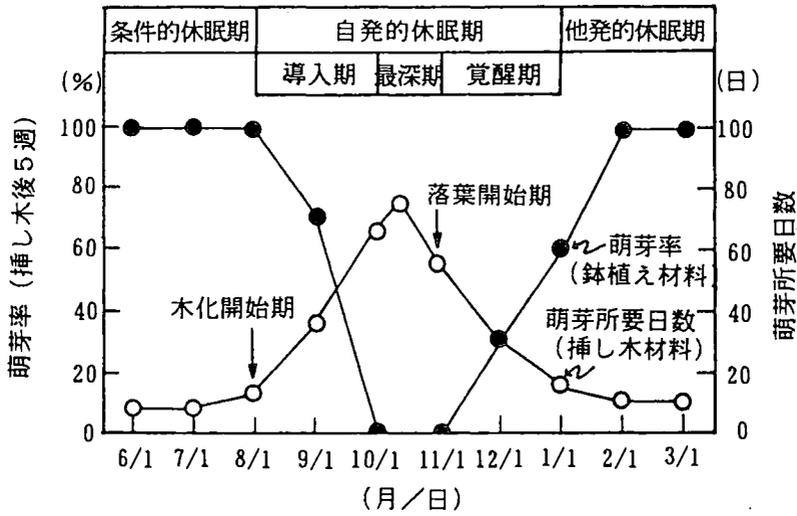
### ブドウ栽培における諸問題 IX.

千葉大学園芸学部 松井 弘之

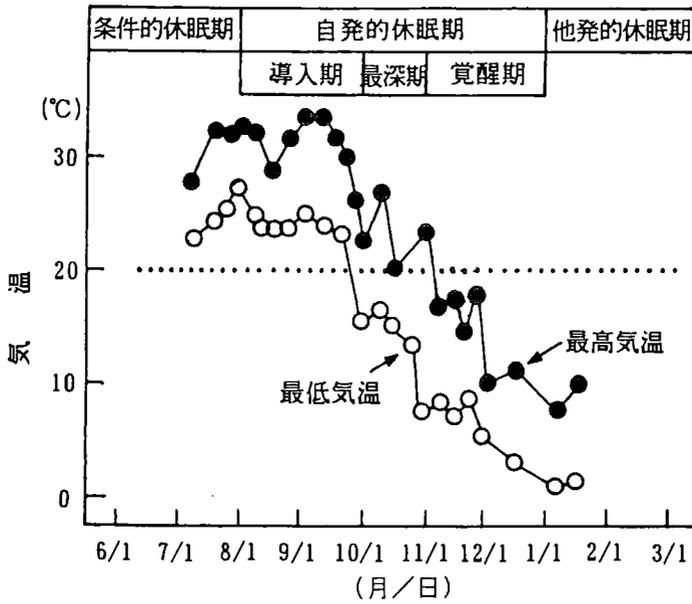
藤伊(1975)は休眠を「植物器官の生理的要因あるいは環境的要因によって生理活性が低下し、生育が停止した状態」と定義している。また、Vegis (1964)は休眠現象の生理的な意義として、環境的要因に対する植物の一種の適応現象であるとしている。すなわち、植物は冬の低温あるいは夏の高温や乾燥などの不適当な外的環境条件に順応し、生命を維持するための手段として一時的に生長を停止する。この休眠現象には樹体内の生理的要求によって休眠する自発的休眠と外的条件によって休眠する他発的休眠(強制的休眠)とがある。

一般に、休眠と言えは晩夏から早春にかけての芽の休眠を指す。ところが、種子、花芽、根にも休眠があると考えられている。芽の自発的休眠には、晩夏から晩秋に来たるべく冬の外的環境に耐えるための準備として行なうものと、春先から晩夏の生育期間中に行なうものとのがあり、両者を区別するため前者を単に自発的休眠、後者を条件的休眠と呼んでいる(Doorenbos 1953、Kondo ら 1955、堀内 1977)。例えば、新梢生長が盛んな時期には、一時的に根の生長が抑制されることがあり、また、頂芽が側芽の生長を抑制している頂芽優勢も広い意味では条件的休眠に入る。従って、条件的休眠は新梢の摘心、副梢除去など抑制している条件を解除してやると生長を開始させることができる。ところが、自発的休眠中はいかに好適な条件に置いても生長を開始しないか、あるいは生長開始まで相当の日数を要する。これらから考えると、芽の休眠を論ずる場合、条件的休眠を休眠に含めることは多少問題があるように思われる。

わが国の露地ブドウ栽培において休眠が大きなネックになっていることは少ないが、ただ温暖な地域において暖冬の年に休眠打破が不完全で萌芽が不揃いとなったり、萌芽後の新梢生長や花房の発達が悪くなる例が報告されている。また、前年度の着果過多などが原因で、樹体内貯蔵養分の蓄積が悪く、自発的休眠中に完全な耐寒性が獲得できず、芽は厳しい寒さにより枝梢とともに枯れ込む場合や萌芽の著しく遅れ(眠り病)などが起こるが、いずれもそれほど大問題ではない。それよりも施設栽培が普及した今日、農家はできるだけ早くから加温し、早期出荷を計ろうとする傾向にあるが、この場合に休眠が大きな障害となっている。ここではブドウの芽の自発的休眠現象を導入及び覚醒に分



第1図 ブドウ 'デラウェア' の休眠の深さの季節的变化 (堀内ら 1981)



第2図 大阪における最高気温と最低気温の変化 (1970年)

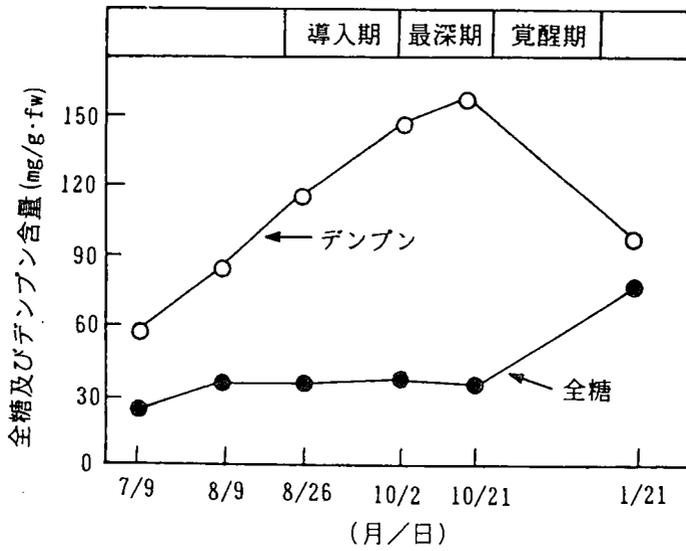
け、その動向と機構について述べる。

### 1. 芽の休眠現象と内部成分

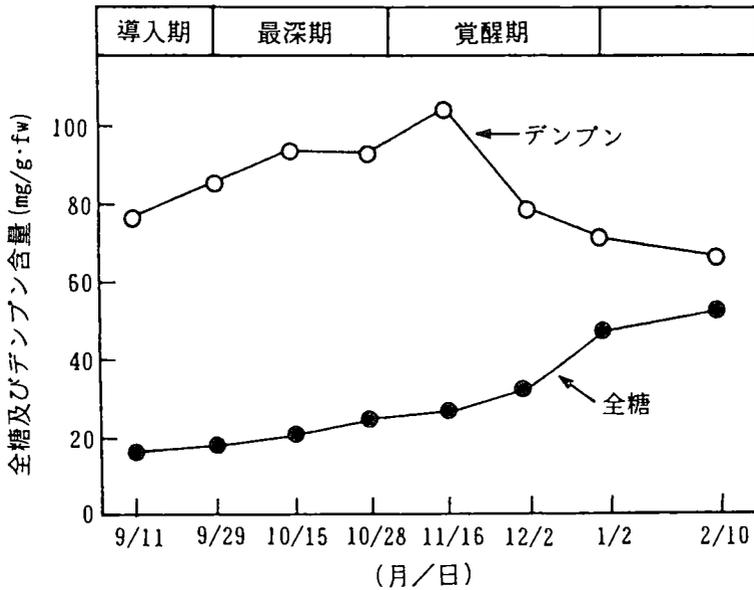
堀内ら(1981)はブドウ‘デラウェア’の芽の休眠の深さを、挿し木あるいは鉢植材料を用いて大阪で調査したところ、第1図に示したような結果を得た。すなわち、9月初旬から1月下旬にかけての時期は、芽が生長するのに最適な条件下に置いても生理的要因によって萌芽しないか、あるいは萌芽が遅れるので、この時期が自発的休眠期であり、休眠が覚醒する1月下旬以降から早春にかけての時期は低温、短日、吸水抵抗などの外的要因によって萌芽が抑制されているので、他発的休眠期(強制休眠)と言える。さらに、彼らは自発的休眠期を導入期、最深期及び覚醒期の3期に区別している。また、休眠との関連においてブドウの生態的特性を見ると、休眠の導入に先立って新梢の木化が始まるとともに枝梢の水分含量の低下が起こり、落葉の開始に伴って休眠覚醒が始まる(第1図)。

外界の温度と休眠とは深い関係にあり、休眠導入期は最高気温が33~22℃、最低気温が25~15℃の範囲にある時期に相当し、最深期は最高気温が25~18℃最低気温が15~7℃の範囲にある時期に相当している。従って、平均気温が20℃以下になると休眠導入が促進され、また平均温度が10℃以下になり、落葉が始まるころから覚醒することを示している(第2図)。さらに、自発的休眠期の長さは、一般的に冬季寒い地域の方が暖かい地域より短くなり、他発的休眠は冬季寒い地域の方が暖かい地域より長くなると言える。

芽の休眠に伴う枝梢や芽の中の全糖含量、デンプン含量の変化を見ると、枝梢中のデンプン含量は夏季から次第に増加し、休眠の最深期に最も高くなり、その後休眠覚醒が進むにつれて急減する。これに対して、全糖含量は夏季から漸増し、休眠の覚醒期、すなわちデンプンの減少にともなって急増する。一方芽の中のデンプン含量及び全糖含量は枝梢のそれと類似した傾向を示す(第3図、第4図)。休眠覚醒期における枝梢中のデンプン含量の減少量は約60mg/g·fwであり、全糖の増加量は約41mg/g·fwである。芽ではデンプンの減少量は約40mg/g·fwであり、全糖の増加量は約22mg/g·fwで、いずれの組織においても休眠覚醒期に、それぞれの組織中に蓄積されていたデンプンが糖に分解されることを示している。これらの物質の消長は休眠の導入や覚醒に関連しているのではなく、全糖の増加と水分含量の減少によって組織内の浸透圧が著しく高められ、来たるべき厳しい冬の寒さに耐えられるようにする機能が働いていると考えるべきであろう。



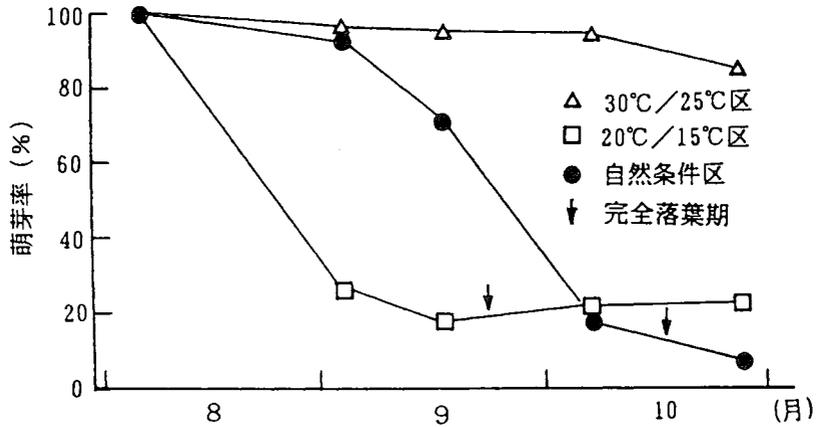
第3図 ブドウ‘デラウェア’の枝梢内全糖及びデンプン含量の季節的变化 (堀内ら 1981)



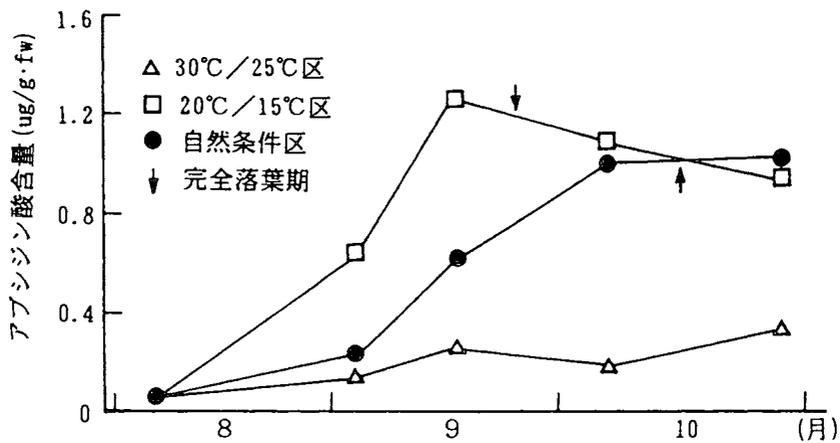
第4図 ブドウ‘デラウェア’の芽内全糖及びデンプン含量の季節的变化 (堀内ら 1981)

## 2. 休眠の導入

温帯地域の環境条件下で休眠導入に関連していると考えられるのは日長と温度である。植物の種類によっては、長日から短日への移行が休眠導入の引き金となっている場合がある。ブドウにおいても短日条件は生長を抑制し、米国系品種の方が欧州系品種よりも鋭敏に反応することが知られている (Alleweldt 1959、小林 1966、1967、堀内 1971)。ところが、第5図に示したように、



第5図 温度処理がブドウ 'デラウェア' の萌芽率に及ぼす影響 (東部 1993)



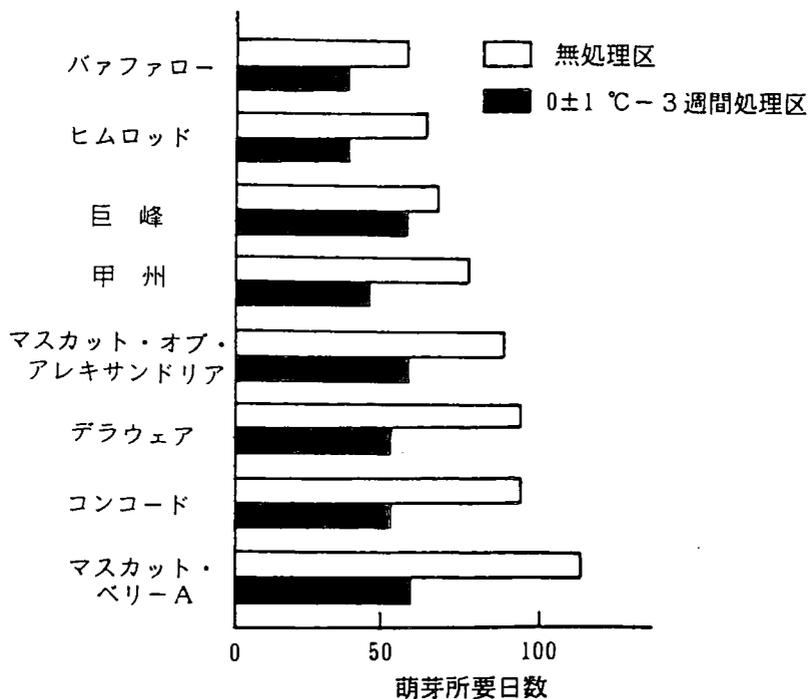
第6図 温度処理がブドウ 'デラウェア' のアブシジン酸 (ABA) 含量に及ぼす影響 (東部 1993)

秋季の自然日長下（短日）でも昼温を30℃、夜温を25℃の高温に保つと休眠導入が抑制され、逆に昼温を20℃、夜温を15℃の低温に保つと自然状態のものより休眠導入が促進されることから、ブドウの休眠導入には日長よりも温度の方が重要な要因になっていると考えられる。

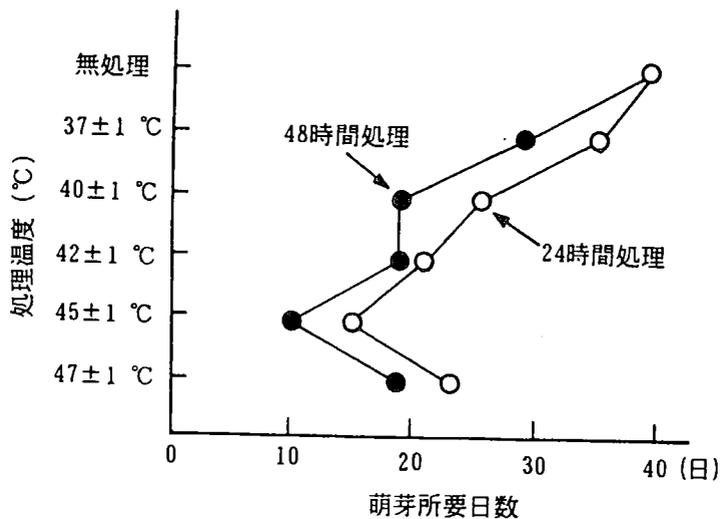
内生植物ホルモンの中でアブシジン酸 (ABA) が休眠導入に関連していることはブドウを含む多くの植物で報告されている (Phillipsら 1958、Alleweltdら 1972、Duringら 1978、堀内 1981)。例えば、ブドウ 'デラウェア' の場合、自然状態では休眠の進行に伴って枝梢や芽の中の ABA含量が増加し、最深期に最も高くなる。しかし、昼温を30℃、夜温を25℃にし休眠導入を抑制すると ABA含量は増加せず、昼温を20℃、夜温を15℃にして休眠導入を促進すると自然状態のものより早くから ABAの増加が起こる (第6図)。この ABAは葉で生合成されることが知られており、従って、外気温が低下し始めると葉から枝梢や芽に ABAが転流し、それぞれの器官に蓄積され、これが休眠の導入と深さに関係していると考えられている。

### 3. 休眠の覚醒

自然状態で自発的休眠が打破されるには、ある期間低温に遭遇する必要がある。一般に、落葉果樹では 7.2℃以下の温度が休眠打破に有効であり、この積算温度を低温要求量としている。ブドウの低温要求量については多くの報告があり、Averyら (1947)は200時間、Magoonら (1943)は1000~1200時間、Eggert (1951)は3401~3580時間、高馬ら (1953)は1848~2064時間、黒井 (1973)は1000~2000時間であると述べている。ところが、これらの結果を見るかぎり、研究者、種類や品種によって低温要求量に著しい差が認められる。事実、第7図に示したように、品種によって休眠の深さが異なり、さらに3週間連続0℃で処理しても品種によってその反応が違っている。従って、自然条件下で積算温度を求めた場合と、実験的に低温を一定時間処理して得た結果とで時間的（低温要求量）に大きな隔たりがあり、自然条件下で得られた時間は、実験的に得られた時間よりもはるかに長くなっている。この両者の大きな違いは、自然状態での温度が複雑に変化しているためであり、この結果は温度域によって休眠打破効果に差のあることを示唆している。さらに、最近になって休眠打破には低温だけでなく、高温も有効であることが示されている (第8図)。以上の事実を踏まえて、堀内 (1977)は低温から高温域 (-7~65℃) までブドウの休眠打破に対する影響を調査し、次のような結論を得ている。①休眠打破に対して、ほとんど効果の無い温度域 (6~12℃) が存在する。②この無効温度域を中心として、低温域や高温域の両側に向かうに従って、休眠打破効果が高くなる。③



第7図 低温処理がブドウの休眠打破に及ぼす品種間差異 (堀内 1977)



第8図 高温処理がブドウ 'デラウエア' の休眠打破に及ぼす影響 (堀内 1977)

低温により獲得した打破効果は、無効温度域に変温することによってその効果が打ち消されるが、高温により獲得した休眠打破効果は打ち消されない。④休眠打破効果のある低温域から打破効果のある高温域への変温（例えば0℃から30℃へ）は、その効果が加算される。従って、正確な低温要求量を積算温度で示す場合には、温度域による休眠打破効果、無効果、効果の打ち消し程度を詳細に数値化する必要がある。

#### 4. 人為的休眠打破

先にも示したように（第8図）、低温のみならず高温も休眠打破に効果のあることが示されている。37～45℃までは温度が高いほど、さらに処理時間が長いほど休眠打破効果が高くなる。しかし、それよりも温度が高くなると効果が低下し、このあたりの温度が限界であることが分かる。自然状態では、冬季に30℃以上になることは考えられないが、ガラス温室やビニルハウスでは容易に高温になることから、高温処理は安全で簡単な休眠打破方法であり、施設栽培での利用が期待される。

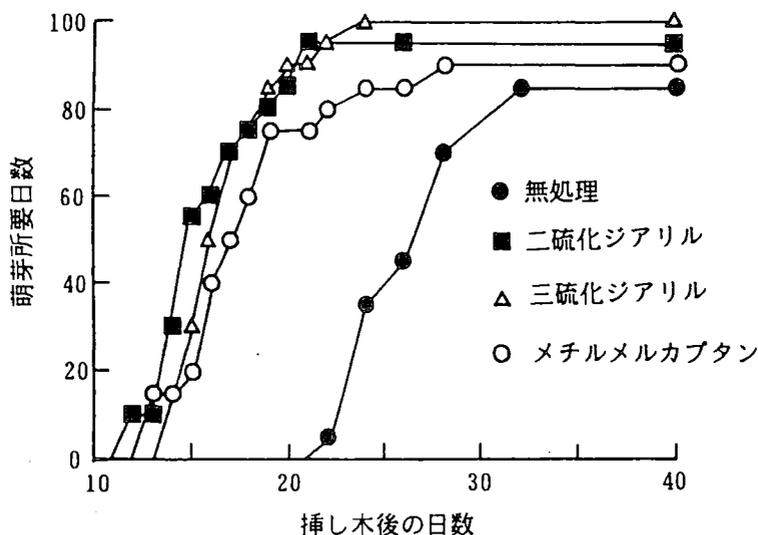
化学薬剤の中で石灰窒素( $\text{Ca}(\text{CN})_2$ )の上澄み液がブドウの休眠打破に効果のあることを黒井ら(1969)が報告し、実際栽培に利用されている。この効果はシアナミド( $\text{H}_2\text{CN}_2$ )によるものであり、その後の調査では KCNやNaCNなどのシアニ化合物も効果のあることが報告されている。

一方、植物ホルモンと休眠打破との関係についての研究は比較的多くあるものの、植物の種類によって効果が著しく異なっている。ブドウでは、オーキシシン処理は休眠打破にほとんど効果がなく、ジベレリン処理や休眠導入に関連している ABAはかえって休眠期間を遅延する。ところが、サイトカイニンのみが明らかな休眠打破効果を示す。しかし、これらの調査に用いられている植物ホルモンは ABAを除いて全て合成、もしくはブドウの樹体中には存在しない物質であり、ブドウの樹体中に存在し、かつ活性の高い内生ホルモンを用いた実験結果が得られないと、休眠打破と植物ホルモンとの正確な関係は明らかにできないと言える。

久保田ら(1989, 1990)はニンニクを含むアリウム属植物中にブドウの芽の休眠を打破する物質が含まれていることを発見し、それらの同定を試みた。その結果、ブドウの芽の休眠打破に有効な物質は揮発性のイオウ化合物で、その種類は植物の種類によって異なっていて、ニンニクでは二硫化ジアリル、三硫化ジアリルなどのアリル化合物であり、ニラではメチルメルカプタンなどのメルカプタンが有効成分であった（第9図）。このように天然に存在する物質によってブドウの休眠打破が可能になれば安全で極めて有効な手段となる。

その他、無酸素状態にした場合に休眠打破効果があるが、この際、炭酸ガスとストレスによるエチレンの増加が見られる。しかし、両物質とも、またエチレン発生剤のエスレルも休眠打破効果を示さないことが報告されている（堀内1977）。ところが、エチレンの前駆物質である ACC処理は、休眠打破に極めて有効であることが明らかにされている（東部 1992）。

以上の結果からのみで、どのような機構によりブドウの休眠が打破されるかについては推測し難いが、最近、東部ら(1992)は、ブドウの芽の休眠打破はエチレン生成に伴う青酸代謝が重要な役割を果たしているのではないかと述べており、近い将来その機構が解明されるであろう。



第9図 イオウ化合物がブドウ '巨峰' の休眠打破に及ぼす影響 (久保田ら 1993)

おわりに

ASEV JAPAN REPORTSが発行されて以来5年が経過した。新しく衣替えするに当たって連載を依頼され、これまで9回連続してきた。浅学非才に加え拙い文章で会員読者に大変ご迷惑をお掛けしました。開花・結実からスタートし、今回丁度休眠の項に達しましたので、そろそろ小生も「休眠」させていただきたいと思います。長らくありがとうございました。