解説

早川 功

断熱膨張を利用した新しい食品加工・殺菌技術

冷凍食品用ジャガイモやサトイモ、またマロングラッセ用クリなどの剥皮法として、30年間以上も実用に供されている水蒸気の断熱膨張力を利用した加工技術がある。これに加え、最近、水の断熱膨張速度や体積弾性係数の特性を利用して、耐熱性孢子やグラム陰性菌を破壊する新しい殺菌技術が開発され注目されている。

The New Food Processing and Sterilization Technology by Using an Adiabatic Expansion of Water.
Isao HAYAKAWA, 九州大学大学院農学研究院

一般に、所得の向上に伴い、高品質な商品が求められる傾向にある。食品の需要に関して言えば、高度経済成長時代にその現象が現われた。収入の少ないときは空腹を満たすために嵩の多い食物が求められていたが、昭和38年(1963年)頃から質への変換が始まった。たとえば、美味しい味噌を作るためにはタンパク質含量の高いダイズ素材が必要である。そのために、効率的なダイズ種皮の除去が考えられたが、ダイズを物理的に剥皮すると、子葉が2、3の断片に割れ、蒸煮むらの原因となった。そこで、粒の揃った剥皮ダイズをいかにして造るかが問題になった。同じ頃、都市化の進展と核家族化が進み、家庭の調理形態に変化が現われ、冷凍食品が急速に普及し始めた。これに伴い、剥皮されたジャガイモ、サトイモ、さらにはクリなどの消費が増加したことから、それらを効率的に剥皮する技術がさらに求められるようになった。

水蒸気の断熱膨張力による剥皮

根菜類の大きさや形状に影響されずに剥皮できる条件を満たすものに、流体の応用が考えられる。剥皮に必要な力を得ることを中心に考えると、エネルギー流体である水蒸気が最適と考えられる。

一方、農産物の表皮組織は生育上、内部組織を保護する役割を担っているために、当然、ガスや水蒸気の通過抵抗は内部組織よりも大きいものと思われる。したがって、皮付きの根菜類を圧力容器に入れた後、わずかな間、水蒸気圧にさらし、水蒸気を表皮組織から1~2 mmまで浸透させた後、圧力容器の蒸気圧力を開放すると、根菜類に浸透した水蒸気は容器圧力解除と同時に断熱膨張を強いられる。このとき根菜類の皮は、水蒸気の断熱膨張で内側から外側へ押し出されて瞬時に剥皮される。

断熱膨張速度は容器内試料の移動(容器外への飛出し)速度に関係し、弁の開放速度が遅いと試料は開きかけの弁に衝突し、損傷を受けるため、弁開放速度の推定が必須になる。水蒸気の断熱膨張速度は(1)式⁽¹⁾から推算され、0.1 MPaで390 m/s、0.3 MPaで575 m/s、1.0 MPaで800 m/sを超え、きわめて速いことがわかる。また、水蒸気の断熱膨張で出口方向に移動する容器内根菜類の動きは重力と交差する。両者の間に直接の関係は存在しないが、断熱膨張速度が速いとき、試料は水平容器内で必ず浮遊する。これは根菜類が気流(水蒸気)から何らかの形で浮力を得ていることを示す。

図 1 ■ ジャガイモの加圧時間と剥皮率の関係

$$R(T_1 - T_2) = -\frac{K-1}{K} \cdot \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} \dots\dots\dots (1)^{(1)}$$

(u_1 : 初速 $\rightarrow 0$, u_2 : 断熱膨張速度, K : 水蒸気の比熱比 ($C_p/C_v = 1.135$), R : ガス常数 $= 47.05^{(1)}$, T_1 : u_1 の絶対温度, T_2 : u_2 の絶対温度)

一方、流速が速いときに成立する物体の浮遊に関する Einstein の関係式⁽²⁾が知られている。

$$\Delta p = CL\rho u^2/2 = 0.178\rho(u^2/2) \dots\dots\dots (2)^{(2)}$$

(Δp : 試料上面に生じる圧力差(負圧), u : 試料上面の流速, ρ : 気流の密度, $CL\rho$: 定数)

(2)式から容器内水蒸気の断熱膨張速度がある値に達すると、試料上面に生じる負圧 (Δp) が試料の自重に近づき、試料は助走することなく直接浮遊し、断熱膨張をしている水蒸気と一緒に出口方向に速い速度で移動し、

弁から容器外に排出(噴出)される。

装置を設計する上で、剥皮するために必要な水蒸気圧力の設定が必要になる。小型装置を製作し、根菜類の剥皮に必要な最低蒸気圧を測定したところ、ジャガイモは $0.2 \sim 0.3 \text{ MPa/cm}^2$ であった。この蒸気圧における断熱膨張速度を(1)式を用いて算出し、(2)式から Δp を求めると、ジャガイモの自重を上回る(標準的なジャガイモの自重は $100 \sim 150 \text{ g}$ で、その投影断面積は $45 \sim 75 \text{ cm}^2$ である)。すなわち、容器内のジャガイモは除圧開始と同時に浮遊することが示唆されたため、出口弁の作動速度はきわめて速いものにする必要があった。初速度の速い高速弁を造るために、大口径で軽い特殊弁を開発し、水蒸気断熱膨張式剥皮装置(内径 $120^\phi \times 1200 \text{ mm}$)を試作して農産物の剥皮条件を検討した。

農産物の剥皮効率と剥皮された物の外観やその質は、アズキ、ダイズ、クリ、サトイモ、ジャガイモの順に向上した。すなわち、剥皮される物のサイズが拡大するにつれて、それらの表皮組織の下に浸透する水蒸気の総量が増加するために、除圧で生じる水蒸気の断熱膨張量が増加する。その結果、サイズが大きくなると低い水蒸気圧(必然的に水蒸気温度は低下する)でも剥皮される。自重 $100 \sim 150 \text{ g}$ くらいのジャガイモではきわめて薄い表皮のみが剥皮され、従来の表面摩擦型剥皮機械では得られない損失量の少ない高品質の剥皮ジャガイモが得られる。図1はジャガイモの剥皮率と処理時間の関係である。用いたジャガイモの重さは $50 \sim 150 \text{ g}$ である。剥皮最適条件は 0.2 MPa , 50 秒間であるが、 0.3 MPa , 30 秒間では蒸煮過剰になり、品質低下が甚だしい。この方法でクリの鬼皮と渋皮が同時に剥皮される。クリを一晩冷水に浸すと、剥皮効率が一層向上する(図2)。処理時

図 2 ■ 加圧時間とクリの渋皮剥皮率の関係

用語解説

断熱膨張： 物体の体積を断熱的に膨張させること。

体積弾性係数： 物体の体積変化に応じて現われる応力を体積弾性といい、その度合いを表わす値を体積弾性係数という。

スポアコート： 芽胞菌が厳しい環境から身を守り、生き残るために取得した外套。ケラチン類似のタンパク質を含み胞子の最外層をいう。

D_{100℃} 値： 微生物を 100℃で加熱して 90 % 死滅させるのに要する時間(分)。

間が約 40～50 秒も短縮されることから、胚乳部の蒸煮が減少し、剥皮されたクリの品質が向上する(図 3)。

水の断熱膨張力を用いた殺菌法^(9～11,18～25)

一般に、物体を効率的に破壊する方法は、前述の剥皮と同様に衝撃力の応用である。衝撃力の優位性は破壊される物質の質量低下に伴って一層大きくなるが、外径 1～2 μm の耐熱性胞子にどのような方法で衝撃力を与えるかが問題である。

パン酵母は外径約 5 μm くらいの小さな生物である。その懸濁液を 400～500 m/s で衝撃板に衝突させると簡単に破壊されることから、酵母の細胞壁は比較的もろい性質であると考えられる^(3～6)。

一方、圧力や温度で異なるが、大気圧下で水の質量は水蒸気のそれに比べて約 1,600 倍重い。さらに、水の断熱膨張速度は理想状態で 1,500 m/s である。この特徴を活用できるならば、きわめて大きな力が簡単に得られる。したがって、耐熱性胞子や微生物菌体の内部に少量の水を浸透させた後に圧力を理想的に解除できるならば、スポアコートや微生物の細胞壁は水の断熱膨張力で内側から外側に破壊されるであろう。

一方、水の体積弾性係数はきわめて大きいために($\beta_{100\text{ MPa}}=2,500\text{ MPa}$)⁽⁷⁾ 圧力で生じる歪みは小さく、また圧縮に要するエネルギー(E)も小さい($E=\beta \times \epsilon^2 \times 1/2$, ここで β : 体積弾性係数, ϵ : 歪み)。したがって、高い圧力にさらされている食品は化学的にも物理的にも影響を受けず、その品質は変化しない。しかし、小さな歪みを得るためには大きな圧力を要する。逆に、小さな歪みを開放すると大きな力が得られるところに液体の特徴がある。

加圧された水の圧力を瞬時に開放すると、水は約 1,500 m/s で断熱膨張する。この断熱膨張力を受ける面(スポアコートや細胞壁の内側)は、水の体積膨張力の他に下記の式で示される衝撃力が加わり、きわめて大きな

図 3 ■ Explosion peeler で剥皮されたクリ(上)とジャガイモ(下)

力で内側から外側へ押出される。

$$F = \alpha \cdot M$$

$$\alpha = (V_1^2 - V_2^2) / 2\Delta L$$

(F : 力(kg 重), α : 加速度(9.806 m/s^2), M : 質量(kg), V_1 : 運動する物体が衝突するときの初速(m/s), V_2 : 衝突後の速度(m/s), ΔL : 衝突から停止するまでの変位(m))

加圧された胞子が除圧されると、高圧下でスポアコート(栄養細胞では細胞壁)を浸透し、胞子内部に拡散した水が断熱膨張を強いられる。そのとき、スポアコートは加圧に要した力よりもはるかに大きな力で内側から外側に押し出される。

理想的につくられた高压容器内の水の断熱膨張速度は約 1,500 m/s であり、このような容器内では、反射波などの関係で衝撃波の発生が考えられる。衝撃波は不連続面であるために発生する力是非線形的に増幅され、得られる力は飛躍的に増大することから、低い圧力でもスポアコートや栄養細胞の細胞壁は簡単に破壊されるものと考えられる。

1. 耐熱性胞子の破壊

表面に付着している *Bacillus stearothermophilus* 胞子を 85℃未満で滅菌するいくつかの方法があるが、ミルクや食品中の耐熱性胞子を非加熱的に滅菌できる方法はガンマ線照射以外にない。しかし、筆者らの開発した殺菌法ならば、水の物性を活用することでこのような耐熱性胞子を 75～85℃でも殺滅できる。高压容器の中で食

図 4 ■瞬間除圧により破壊されたスポアコート

pH 7.0, 75°C, M/15 リン酸緩衝液中で *B. stearothermophilus* IFO 12550 胞子を 60 分間 200 MPa で加圧後、瞬間除圧したときの SEM 観察。A は未処理胞子、B, C は 100 MPa、D は 200 MPa からの瞬間除圧後の SEM 写真。

品と一緒に耐熱性胞子を加圧し、スポアコートに水を徐々に浸透させ、胞子内部を充滿後、高压容器の圧力を開放する。胞子内部に浸透した水は断熱膨張を強いられてスポアコートを内側から外側に押し出し、胞子を破壊する。このとき除圧速度が速ければ速いほど、速度エネルギーが加わり、スポアコートは大きな力で内側から外側へ押し出される。歪量がスポアコートの応力限界値を超えると耐熱性胞子は自然に破壊されるが、スポアコートの破壊状態は歪速度の大小で異なる。

B. stearothermophilus IFO 12550 を静水圧で殺菌するためには 600 MPa を必要としたが^(9~11)、瞬間除圧式殺菌法では 100~200 MPa で破壊できる。また、95°C における *B. stearothermophilus* 胞子の殺菌速度は 75°C の値に比べて約 2.5 倍以上速い。本胞子の 100°C における $D_{100^\circ\text{C}}$ 値が 3,000 分⁽¹²⁾ であることから、熱で死滅したとは考えられず、物理的に破壊されて殺菌されたものと考えられる。

本殺菌法の律速因子は圧力で水を胞子内部に浸透させる「水量」である。浸透水量はスポアコートの水透過性に依存する。水透過性は温度の影響を受け、熱は浸透水量を増加させる。浸透水量の増加は除圧時の断熱膨張力の増加につながり、殺菌率を向上させる。しかし、胞子内部への水の浸透が圧力の因子でもあるため、熱に対する殺菌曲線は一般的なアレニウス型にはならず、テーリングを伴う L 字型になる。また 100 MPa で破壊された胞子と 200 MPa で破壊された胞子の壊れ方が異なる(図 4)。図 4-A は未処理の胞子、B は内圧の上昇でスポアコートが今にも破壊されようとしているもの、C は内圧の上昇でスポアコートが完全に破裂されたものである。B と C は同じ 100 MPa から瞬間除圧されたものであるが、破壊状態は明らかに異なる。B のような状態が出現するのは C に比較してきわめてまれである。

一方、200 MPa から瞬間除圧された胞子は 100 MPa で除圧されたものとは完全に異なり、スポアコートはバ

ラバラに破壊されている(図 4-D)。75°C, 100 MPa からの水の膨張率は 3.93 % であり、除圧時間は 0.00165 s である。200 MPa からの断熱膨張率は 6.79 % (約 74 % 増加)で、除圧時間は 0.00155 s に短縮される。胞子の寸法が同一であると仮定するならば、スポアコートの内壁に生じる力は、単純計算しただけでも、水の断熱膨張量が増加した分、スポアコートの受ける力も増加する。さらに、除圧速度が 100 MPa の値に比べて 133 % 速いため、スポアコートに作用する力と歪速度は一層増加する。したがって、200 MPa から瞬間除圧されたスポアコートの破断面はその弾性値以上の応力を受け、瞬時に脆性破壊したものと思われる。その破断面は鋭利で、ガラスや陶磁器の破断面に酷似していた。これに対し、チューリップが開花したような破断(図 4-C)は断熱膨張量の小さい場合であり、このときの除圧時間が 200 MPa のそれよりも長いために緩和現象が発現したことを示す。

B. Stearothermophilus 胞子に汚染された食品は、市販の加熱殺菌装置では品質低下を伴わずに殺滅できないが⁽¹³⁾、200 MPa の圧力が利用できるならば、本胞子は 75~85°C で確実に殺滅できる。しかし、200 MPa は依然として高い圧力であり、実用化のためには、より低い圧力での殺菌法が求められる。また装置コストを低下させるためにも、100 MPa 以下の殺菌が重要である。

耐熱性胞子のスポアコートは、天然有機物の中でも比較的水を浸透しにくいキチンに類似し^(14~16)、延伸性にも劣り堅くもろい物性であることが一連の実験から予測される。したがって、一度、高压下で胞子内部に浸透した水は緩慢に除圧されても容易にスポアコートを通過できず、スポアコートを内側から外側へ押し出し破壊するものと考えられる。

一方、胞子内部への水の浸透・拡散は、温度、圧力、時間に依存するため、完全に密閉包装された食品を 75~85°C で長時間・加圧保持できるならば、水は確実にスポアコートを浸透し、胞子内部を充滿する。その後で

図 5 ■ *B. stearothermophilus* IFO 12550 胞子の生残菌数に及ぼす温度の関係
A : 50~100 MPa 処理, B : 10~40 MPa 処理

容器の圧力を解除し、上記の方法により殺菌した結果が図 5 で、A は 50~100 MPa、B は 10~40 MPa で殺菌したものである。図 5 から明らかなように、生残菌数は 50~100 MPa 処理では温度の上昇につれて直線的に低下し、アレニウスの一次反応式に従うが、これよりも圧力の低い 10~40 MPa 処理では、生残菌数と温度の関係はアレニウス型から離れる。本胞子は、至適生育温度 (55°C) よりも若干高い 75~80°C に最適殺菌温度がある。これは胞子の生物学的防衛機構の発現によるものと思われる。すなわち、胞子内部への水の浸透・拡散が生育の厳しい温度領域で抑制されるために、殺菌率が低下することを示唆する。したがって、食品の香りが 75~80°C で長時間 (12 時間以上) 加温しても劣化しないものであるならば、本胞子は 50~100 MPa でも確実に殺菌される。

胞子が 75~80°C、50~100 MPa で長時間加圧されると発芽が誘起される。しかし、至適生育温度よりも高いために発芽プロセスは最終過程まで進行せずに途中で止まるものと考えられる。発芽プロセスが誘起されているためにスポアコートのバリアが未処理のものよりも弱く、600 MPa よりもはるかに低い 50~100 MPa でも、スポアコートは水の浸透を阻止できず、胞子内部が水で充満されたものと考えられる。

75~80°C、50~100 MPa、長時間処理 (殺菌) は包装後のプロセスであるために、現行のレトルト食品に課せられている 2 週間の貯蔵試験を必要としない。また、製品歩留まりが高まると同時に現行の製造工程を変え、新しい食品の誕生にもつながるものと考えられる。

2. グラム陰性菌の破壊

我が国の食中毒事件を調べると、技術的に殺菌の難しい耐熱性胞子に起因する食中毒は少なく (平成 8 年までの過去 10 年間におけるボツリヌス菌による食中毒発生件数は 14 件、患者数は 29 人、死者数は 0 人)、グラム陰性菌やグラム陽性菌によるものがきわめて多い。1992~96 年までの 5 年間に発生した細菌性食中毒の患者数合計では、1 位がサルモネラ (*Salmonella*) の 57,125 人で全体の 42.6 % を占める。2 位は大腸菌 (*Escherichia*) の 29,051 人で全体の 21.6 % を、3 位は腸炎ビブリオ (*Vibrio*) の 22,574 人で、全体の 16.8 % を占める⁽¹⁷⁾。すなわち、これら 3 種類のグラム陰性菌に起因する食中毒事件数が全体の 81 % に達する。近年、サルモネラの占める割合が増加の傾向にあるが、これら 3 菌株の瞬間除圧殺菌試験を試みた。

Salmonella typhimurium IFO 13245, *Escherichia coli* IFO 3301 および *Vibrio parahaemolyticus* IFO 12711 の破壊殺菌特性を求めると、これらのグラム陰性菌はいずれも類似の挙動を示し、きわめて簡単に破壊された。その中で最も食中毒件数の多いサルモネラを処理したときの走査型電子顕微鏡写真 (図 6)、およびそのときの殺菌特性を図 7 に示す。

グラム陰性菌の表層構造はスポアコートのそれとは異なり、物理的強度は弱く、薄いペプチドグリカン層と物理的強度がほとんどない脂質二重膜から構成されている。したがって、細胞壁の水透過性はスポアコートのそれに比較し、大きいものと考えられる。そのため、断熱膨張で生じるわずかな量の水は細胞壁を自由に通過し、

図 6 ■瞬間除圧されたサルモネラ (*Sal. typhimurium* IFO 13245) の電顕写真

A(SEM): 対照, B(SEM): 200 MPa, -5°C , 60 分加圧, C(SEM): 400 MPa, 25°C , 2 分加圧, D(TEM): 対照, E(TEM): 400 MPa, 25°C , 2 分加圧.

細胞壁を物理的に破壊することは困難と思われたが、約 10% の歪み (400 MPa) を瞬時 (1.8/1000 秒) に開放すると、供試グラム陰性菌はいずれも 25°C で 10^7 CFU/ml 以上殺菌される。また瞬間除圧は室温で行なうよりも、氷点下 (-5°C) で効果的である。殺菌率は室温の値よりも 10~100 倍高い。殺菌に及ぼす温度の影響は、300 MPa 以上で小さくなり 400 MPa で消失する (ただし、100~200 MPa の殺菌効果は $25^{\circ}\text{C} < -5^{\circ}\text{C}$ である)。また 200 MPa から 300 MPa に上昇すると、除圧時に生じる体積歪速度が 55.9/s 以上に速まり、殺菌率への温度の影響を低下させる。200 MPa, -5°C からの瞬間除圧では、水→氷の相変化による体積増加が関与し、除圧後の体積増加は約 16% に達する。この体積増加が氷点下処理で高い殺菌効果を示す要因と考えられる。しかし、サルモネラとビブリオは 300 MPa, 2~3 分の処理で 6~7 桁殺菌されるが、大腸菌はこれらよりも若干強い圧力耐性を示す。

*

水の相は温度と圧力で容易に変わり、それぞれの相は固有の物性を有する。人はそれらを巧みに利用しながら、生活や産業に生かしてきた。

圧縮された気相の質量は小さいが、爆発的なエネルギーを内在させている。一方、圧縮された液相と固相のエネルギーはきわめて小さいが、それらの体積弾性係数とその膨張力はきわめて大きく、また単位重量も重い。こ

図 7 ■瞬間除圧されたサルモネラ (*Sal. typhimurium* IFO 13245) の生残菌数に及ぼす温度 (25°C , -5°C) の関係

れらの特性に注目するとそれらの新しい活用分野が見えてくる。

本稿で紹介した断熱膨脹や瞬間除圧を利用した殺菌法は、高品質レトルト食品や缶詰製造、あるいは生食用食材の殺菌方法として、今後活用されるものと考えられる。

文献

- 1) 相沢貞治ら: ‘熱及び熱力学’, ‘機械工学便覧’, 津村利光(編), 日本機械学会, 1966, p.40.
- 2) 上達貝貞, 西岡富士夫: ‘粉粒体の空気輸送’, 日刊工業新聞, 1965, p.60.
- 3) 早川 功: ‘新しい食品加工技術と装置’, 小原哲二郎監修, 産業調査会事典出版センター, 1991, p.45.
- 4) 早川 功, 稲神 馨: 日本食品工業学会誌, 19, 1 (1972).
- 5) 早川 功, 稲神 馨: 日本食品工業学会誌, 19, 9 (1972).
- 6) 早川 功: ‘超微粉碎’, ‘新しい食品加工技術と装置’, 小原哲二郎監修, 産業調査会事典出版センター, 1991, p.43.
- 7) F. Franks: ‘Water’, Vol.1. Plenum Press, New York 1983, p.385.
- 8) M.C. Ingram: ‘The Bacterial Spores’, ed. by G.W. Gould and A. Hurst, Academic Press, London, 1967, p. 549.
- 9) I. Hayakawa, T. Kanno, M. Tomita & Y. Fujio: *J. Food Sci.*, 59, 159 (1994).
- 10) I. Hayakawa, T. Kanno, K. Yoshiyama & Y. Fujio: *J. Food Sci.*, 59, 164 (1994).
- 11) I. Hayakawa, T. Kanno & Y. Fujio: ‘Developments in Food Engineering’, ed. by T. Yano, R. Matsuno and K. Nakamura, Blackie Academic & Professional, 1994, p.867.
- 12) M.C. Ingram: ‘Spore formers as food spoilage organisms’, in ‘The Bacterial Spores’, ed. by G.W. Gould and A. Hurst, Academic Press, London, 1994, p.549.
- 13) 山口和夫, 金子安之, 好井久雄(編): ‘食品微生物学ハンドブック’, 技報堂, 1995, p.417.
- 14) 蜂須賀養悦: ‘芽胞学’, 東海大学出版会, 1988, p.170.
- 15) 蜂須賀養悦, 堀越弘毅(編): ‘耐久型細胞’, 岩波書店, 1976, p.11.

- 16) 蜂須賀養悦:「耐久型細胞」, 東海大学出版会, 1988, p.1.
- 17) 丸山 務:食品機械装置, 35(11), 46 (1998).
- 18) 早川 功:食品工業, 40(2), 45 (1997).
- 19) 早川 功:化学装置, 40(3), 70 (1998).
- 20) 早川 功, 堀内啓史, 水永晃博, 古川壮一, 中島太一, 藤尾雄策:日本食品科学工学会誌, 45(2), 158 (1998).
- 21) I. Hayakawa, Y.-Y. Linko & P. Linko: 'High pressure technology in sterilization of biomass by adiabatic expansion of water', in "Engineering & Food at ICEF 7", Part 1. ed. by R. Jowitt, Sheffield Academic Press, London, Session. D. 9, (1997).
- 22) I. Hayakawa, S. Furukawa, A. Midzunaga, H. Horiuchi, T. Nakashima, Y. Fujio, T. Yano, T. Ishikura & K. Sasaki: *J. Food Sci.*, 63, 371 (1998).
- 23) I. Hayakawa, Y.-Y. Linko & P. Linko: *Lebensmittel-Wissenschaft und Technology*, 29, 3953 (1996).
- 24) I. Hayakawa, Y.-Y. Linko & P. Linko: *Lebensmittel-Wissenschaft und Technology*, 29, 756 (1996).
- 25) 早川 功, 古川壮一:防菌防黴誌, 28, 389 (2000).

お知らせ

信州大学繊維学部教員公募

所属: 繊維学部附属農場

職名および人員: 教授 1 名

専門分野: 環境物質・資源の変換利用, 生物の育種改良

職務内容: 繊維学部応用生物科学科および大学院工学系研究科(修士, 博士)学生の教育・研究指導, ならびに繊維学部附属農場の管理運営

着任時期: 平成 13 年 4 月 1 日(予定)

応募書類: ①履歴書, ②研究業績目録, ③主要学術論文の別刷(5 報), ④研究の概要(A 4, 2 枚以内), ⑤将来の研究

および教育に対する抱負(A 4, 2 枚以内), ⑥応募者について照会できる人 2 名の氏名と連絡先

応募期限: 平成 12 年 11 月 30 日(木)(必着)

書類提出先: 〒386-8567 長野県上田市常田 3-15-1
信州大学繊維学部応用生物科学科 学科長 小島峯雄
郵送の場合には「簡易書留」で送付すること

問合せ先: 〒386-8567 長野県上田市常田 3-15-1

信州大学繊維学部応用生物科学科 学科長 小島峯雄

Tel: 0268-21-5351 (ダイヤルイン), Fax: 0268-21-5352

理化学研究所 植物科学研究センター 研究員, テクニカルスタッフ公募

植物科学研究センターは 2000 年 4 月に発足し, すでに 2 グループ 3 チームがスタートしています。このたび, 新たに 10 月スタートする遺伝子機能研究グループ, 形態形成研究グループおよび代謝機能研究グループでは, それぞれ研究員およびテクニカルスタッフを募集します。

I. 遺伝子機能研究グループ(グループディレクター: 岡田清孝), 1) 個体統合解析研究チーム(チームリーダー: 和田拓治), 2) 制御機能研究チーム(チームリーダー: 酒井達也)

II. 形態形成研究グループ(グループディレクター: 福田裕穂), 1) 形態制御研究チーム(チームリーダー: 出村 拓), 2) 形態構築研究チーム(チームリーダー: 松岡 健)

III. 代謝機能研究グループ(グループディレクター: 山谷知行), 1) コンパートメンテーション研究チーム(チームリーダー: 高橋秀樹), 2) コミュニケーションの分子機構研究チーム(チームリーダー: 榎原 均)

勤務地: 横浜研究所ゲノム応用棟完成(平成 14 年 3 月)までは, 遺伝子機能研究グループは京都大学植物分室, その他のグループは和光キャンパス。ゲノム応用棟が完成後に移転する。

待遇: 給与は経験, 能力, 実績に応じた年俸制。

提出書類: <研究員> ①履歴書, ②研究業績(主要論文の別刷), ③研究歴, 志望動機および今後の抱負, ④2 名からの推薦状(各 1 通ずつ)

<テクニカルスタッフ> 上記①に加え, ②~④の可能なもの
応募締切と着任: ポストが埋まり次第締切。10 月より着任開始。その後できるだけ早く着任。

契約期間: 1 年契約で更新可能。原則 5 年以内。

問合せ先: 〒351-0198 和光市広沢 2-1

理化学研究所 横浜研究所研究推進部 土井

Tel: 048-467-8113, Fax: 048-467-8091

E-mail: ncenters@postman.riken.go.jp