



Title	低温に対する染色体の特殊反応
Author(s)	芳賀, 恣
Citation	低温科学, 2, 257-262
Issue Date	1949-10-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17421
Type	departmental bulletin paper
File Information	2_p257-262.pdf



低温に対する染色體の特殊反應

芳 賀 恣*

細胞學に於ける最近の發見として、ここに紹介する現象は我々の關心をひき、また將來の研究に新しい場面の展開を期待せしめるものである。それは溫度氷點附近の低温環境に於いて核分裂が行はれるとき、染色體の特定な部分が正常な部分より細くなり且色素に薄く染まるやうになる現象である(寫眞 1—5)。この新しい現象は、その發見者によつて分化反應性 (Differential reactivity) と名づけられた (Darlington 及び La Cour 1938)。この特殊反應の發見は全く偶然の機會によるものである。即ち、染色體の微細構造を研究するための迅速な固定法の研究がその動機となつたのである。固定液の滲透を機械的に阻害する細胞膜の影響を軽減するために、固定前に硝酸蒸氣によつて處理した *Paris polyphylla* の根端細胞に始めてこの現象が見出された。その方法は、濃度 3% の蔗糖水溶液に浸した根端分裂組織の生體切片を、固定前に 10 乃至 40 秒間濃硝酸の蒸氣に曝すことであつた。最初の標本は 1937 年 3 月某日、即ち寒冷の時期にロンドンで作られたものである。その後、同じ材料を同一の方法で處理した標本には、この反應が全く現れないか、或は極めて不完全な形となつて現れた。この反應の不整一は、おそらく溫度條件によるものであらうと示唆されてゐる (Darlington 及び La Cour 1938)。最近になつて、この反應の發見者自身のその後の研究及び Geitler (1940) の研究によつて、低い溫度といふ單一の條件によつてこの反應の起ることが明かにされるにいたつた。

低温處理による實驗

分化反應發見の端緒となつた *Paris polyphylla* の根端分裂組織は、その後實驗的低温處理即ち 2 日間溫度氷點の條件で規則正しく反應を呈することが明かとなつた。この 2 日といふ最小限は、その溫度に於ける核分裂の周期に關聯するものと考へられる。一般に、ツクバネサウ屬 (*Paris*)、エンレイサウ屬 (*Trillium*) 及びクロユリ屬植物 (*Fritillaria*) の根端分裂組織では、2 乃至 3 日間溫度 $+3^{\circ}\text{C}$ 以下の環境で分裂を續けるときの特殊反應が現はれる (Darlington 及び La Cour 1940, 1941)。Geitler (1940) のレンブクサウ (*Adoxa moschatellina*) に就いての觀察によれば、自然環境に於ける寒冷もまたこの反應を誘起する要因となる。即ち、氣溫 -2°C 乃至 $+2^{\circ}\text{C}$ の自然環境に生育してゐるレンブクサウのどの組織にもこの反應が見出された。分裂

* 低温科學研究所。

像をしらべた組織は、花被、葇壁、葇壁内面層、胚珠、根端、花粉粒及び花粉母細胞である。なほ、Geitler は次の示唆にとむ観察を行つてゐる。分化反應を呈してゐる材料を $+15^{\circ}\text{C}$ 乃至 $+17^{\circ}\text{C}$ の所に移すと、3時間後には反應が不明瞭となり、6時間後にはそれが全く消滅してしまふ。その反應の消えた同一個體を再び雪の下或は $+0.5^{\circ}\text{C}$ 乃至 $+2^{\circ}\text{C}$ の冷蔵庫に移すと、6時間後に再び分化反應が現れてくる。この實驗は、分化反應が低温の衝撃的影響によるものでないことと、間接にはあるが反應の可逆性を示唆する點で重要である。低温處理の効果は、もとより植物によりまた組織の種類によつて一様ではない (第1表)。例へば、*Fritillaria pudica* の根端分裂組織は3日間温度 0°C の條件で反應を示すが、その花粉粒では同じ温度で約3週間の處理が必要である (Darlington 及び La Cour 1941)。

第1表 2日間温度 0°C の條件が分裂に及ぶ影響 (Darlington 及び La Cour 1940)

(1) 分裂停止		
<i>Tradescantia bracteata</i>	ムラサキツユクサ	(根端分裂組織)
<i>Paeonia Veitchii</i>	シヤクヤク	(同 上)
(2) 紡錘體異常		
<i>Allium cepa</i>	タ マ ネ ギ	(同 上)
<i>Uvularia</i> spp.	—	(同 上)
<i>Galanthus</i> spp.	ユ キ ノ ハ ナ	(同 上)
<i>Narcissus</i> spp.	ス キ セ ン	(同 上)
<i>Paris japonica</i>	キヌガササウ	(同 上)
(3) 分裂正常		
<i>Fritillaria Meleagris</i>	ク ロ ユ リ	(同 上)
<i>Lilium Martagon</i>	マ ル タ ユ リ	(同 上)
<i>Hyacinthus orientalis</i>	ヒ ヤ シ ン ス	(同 上)
<i>Paeonia anomala</i>	シ ヤ ク ヤ ク	(同 上)
<i>Paeonia Delvayi</i>	シ ヤ ク ヤ ク	(同 上)
<i>Tradescantia bracteata</i>	ムラサキツユクサ	(花 粉 粒)
(4) 分化反應		
<i>Paris</i> spp.	ツクバネサウ屬植物	(根端及び子房壁)
<i>Trillium</i> spp.	エンレイサウ屬植物	(同 上)

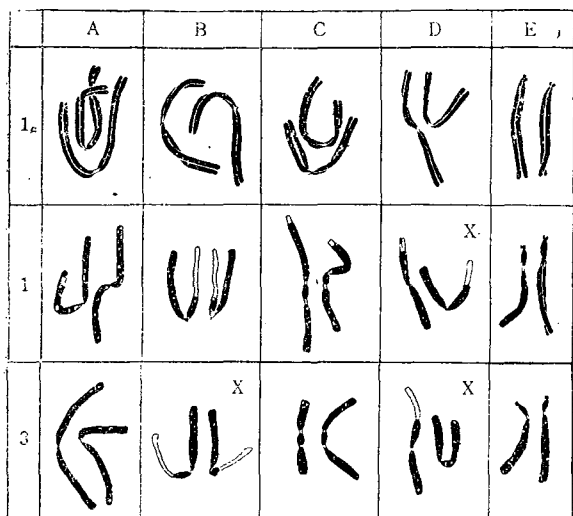
反應部分が、色素に薄く染まる性質は特定の色素に對するものではなく、醋酸カルミン、リンドウ紫及びフョイルゲンの核酸反應法のいづれによつても同様な染色反應を示す (Darlington 及び La Cour 1940, 1941)。また、抄録者自身の經驗によればオルセインに對しても同様である (未發表)。しかし、Geitler (1940) は醋酸アルコールで固定しアルコール中に長く貯藏して置くと、反應部分は醋酸カルミン及び核酸反應法によつて他の部分と同様に濃く染まることをみてゐる。

反應部分の遺傳學的意義⁽¹⁾

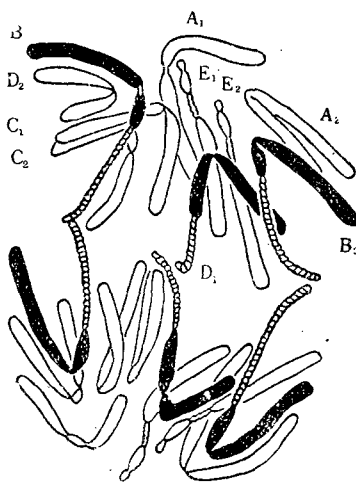
反應部分是個體によつて、その大き、數及び位置が一定である。エンレイサウ屬植物 6 種 16 個體についての觀察を總括すると、總計 171 の異なる反應部分が識別されてゐる。興味あることには、同一個體の相同染色体對が反應部分の有無、大小、數或は位置に關し不等對をなしてゐる場合がしばしば見出されたことである (第 1 圖)。この不等對は末端部分に關するものが著しく多い (第 2 表)。この事實は、末端部の反應部分がしばしば粘着による染色体の橋を形成し、それがしばしば切斷をともなふことに關聯してゐる。橋の形成は、127 細胞の中約半數の 58 細胞に於いて觀察された (第 2 圖及寫眞 4—5)。

第 2 表 エンレイサウ屬植物 (n=5) 16 個體に於ける異なる反應部分の觀察數とその位置 (Darlington 及び La Cour 1940)

染 色 體	A	B	C	D	E	計	(不等對)
末 端 部	1	31	24	24	0	80	(23)
介 在 部	9	9	26	9	38	91	(11)
計	10	40	50	33	38	171	(34)



第 1 圖 *Trillium stylosum* の根端細胞核の分裂中期。1a は個體 1 の常溫固定によるもの、個體 1 及び 3 のいずれもが反應部分に關する不等對 (x 印) をもつてゐる。670 倍 (Darlington 及び La Cour 1940)。



第 2 圖 低温處理された根端細胞核の分裂後期。 *Trillium stylosum* の個體 3 (前圖参照)。分離正常。同一の像は寫眞 4 に示してある。1800 倍 (Darlington 及び La Cour 1940)。

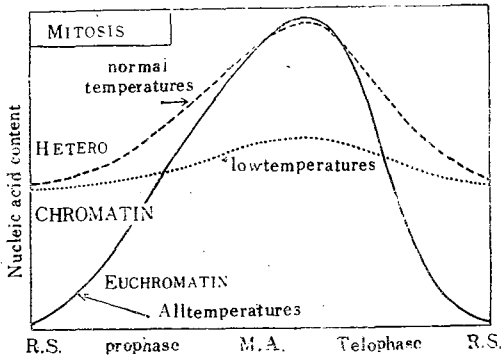
(1) この項に述べる事は總て Darlington 及び La Cour (1940, 1941) の業績の紹介である。

さて、こゝで遺傳學的に最も重大な關心は、この色素に薄く染まる部分が、異質染色質からなるか真正染色質からなるかといふ問題、即ち遺傳子を含まないかそれに近い不活性の部分であるかどうかといふ事である。Darlington 及び La Cour (1938, 1940, 1941) は分化反應した部分の性状が、性染色體によく知られてゐる異常凝縮に極めてよく類似することから、それは異質染色質からなる不活性の部分であらうと推定してゐる。その一つの證據として、休止核に仁とは明かに區別される異質染色質の凝縮即ち染色中心がみられる (寫眞 6)。例へば、13 の分化反應する部分が識別されてゐる *Paris polyphylla* の休止核には、その數に等しい 13 の染色中心が算へられる (Darlington 及び La Cour 1940)。この様に、休止核に於いて核酸を蓄積することは不活性部分が示す一特性であつて、その様な染色體部分は異質染色質からなるといはれてゐる。

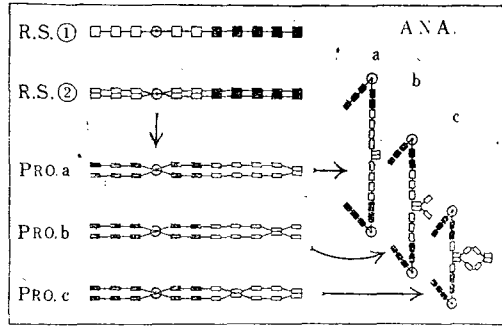
元來、異質染色質の異常凝縮は遺傳子型により、また發生過程的に種々な變化をするものである。例へば、直翅目昆蟲の雄 (XO) の性原細胞では性染色體 X の異常凝縮が起るが、雌 (XX) ではそれが起らない。これは遺傳子型による變化である。一方、猩々蠅の體細胞の休止核では異質染色質の異常凝縮がみられるが、唾腺細胞ではそれが現れずむしろ負の状態をとる。この様な發生過程による變化は直翅目の性原細胞或は哺乳類の性母細胞に於ける前期と中期との間にもみられる。

これ等の場合、性染色體は前期に於いて著しい異常凝縮を示すが、中期になるとそれが逆の状態となり色素に染まりにくく太さを減少する。低温環境に於いて現はれる染色體の分化反應は、いま述べた性染色體の行動に相應する。分化反應に於ける負の異常凝縮は明かに低温といふ環境要因によつて誘起されたものである。低温の影響は如何なる過程を経て分化反應に結果するであらうか。Darlington 及び La Cour (1940) は次の假説によつてその原因過程を説明してゐる。即ち、常溫に於いては、核酸の‘供給’が充分であり染色體のどの部分にもそれが一様に蓄積されるが、低温環境では核酸の供給が不充分となり核酸との反應力が強い真正染色質からなる部分にのみ蓄積が行はれる。そのために分化反應が現はれると説明づけてゐる (第 3 圖)。この假説の重要な前提である真正染色質が異質染色質より強く核酸に反應するといふ假定は、猩々蠅に於ける二三の事實によつて支持されてゐる。

核酸の蓄積は、染色體の縦裂即ち遺傳子の増殖に密接な關係を有するものである。その蓄積が著しく減少した分化反應部分では、遺傳子の増殖即ち染色體の縦裂がしばしば遲滞すると考へられよう。これが後期にみられる橋形成の原因であると推論されてゐる (第 4 圖)。



第3圖 體細胞核分裂の各期に於ける真正染色質からなる部分の核酸蓄積の消長(實線)に対する異質染色質からなる部分の常温(破線)及び低温(點線)に於ける核酸蓄積の消長。真正染色質からなる部分は核酸蓄積に於いて低温の影響を受けない。縦軸は核酸蓄積量, 横軸は分裂の時期。即ち, 休止期(R.S.), 前期(Prophase), 中期乃至後期(M.-A.)及び終期(Telophase)。(Darlington 及び La Cour 1940)



第4圖 不活性部分の染色粒の増殖遅滞による粘着が後期に種々な橋を形成する機構。休止期(R.S.)の2で遺傳子は増殖し, 前期に入つて染色体は縦裂を完了する。不活性部分の染色粒は種々な位置(a, b, c)に於いて縦裂を遅滞し, 後期に種々な橋(a, b, c)を形成する原因となる。休止期と後期とで真正及び異質染色質からなる部分の間に核酸蓄積の比較量が逆轉してゐる。(Darlington 及び La Cour 1940)

別刷寫眞説明

芳賀: 低温に対する染色体の特殊反応

- 1: クロユリ的一种 (*Fritillaria pudica*) の花粉粒核分裂中期。温度 0°C 約3週間處理。核酸反應法。1740 倍。(Darlington 及び La Cour 1941)。
- 2: レンブクサウの體細胞分裂中期。低温處理材料。醋酸アルコール固定。醋酸カルミン。2000 倍。(Geitler 1940)。
- 3: 同上。後期。1500 倍。
- 4 及び 5: 低温處理されたエンレイサウ 屬植物の根端細胞に於ける分裂後期。核酸反應法。1500 倍。(Darlington 及び La Cour 1940)。
- 4: *Trillium stylosum*。分離正常。同じ像は第2圖に描かれてゐる。
- 5: *Trillium grandiflorum*。橋の形成及びその切斷がみられる。
- 6: *Fritillaria pudica* の根端細胞核の休止期。仁は染まらず白い球狀に, 異質染色質は濃く染まつた塊狀に見える。常温固定。核酸反應法。1070 倍。(Darlington 及び La Cour 1941)。

文 献

- Darlington, C. D. and La Cour, L. 1938. Differential reactivity of the chromosomes. *Ann. Bot. N. S.* 2: 615-625.
- and —— 1940. Nucleic acid starvation of chromosomes in *Trillium*. *J. Genet.* 40: 185-213.
- and —— 1941. The detection of inert genes. *J. Hered.* 32: 115-121.
- Geitler, L. 1940. Temperaturbedingte Ausbildung von Speziessegmenten an Chromosomenenden. *Chromsoma* 1: 554-561.

校 正 追 記

この紹介は 1943 年にまとめたもので、今では古いものになつてしまつた。最近になつて、Kaufmann (1948) の綜説、Resende (1944, 1945) 及び Wilson & Boothroyd (1944) の論文を読むことができ、古いものでは Kakhidze (1939, 1940), Schmargon (1938, Kostoff (1938) の論文を読み加へることができた。現在、私と共同研究者は分化反應を退色反應と呼ぶこととして、二三の研究の豫報もこの用語で發表した (芳賀・倉林 1947, 1948, 遺傳學雜誌 22: 8, 23: 12-13, 倉林 1948, 低温科學第 4 輯: 97-107)。今それらのすべてについて追記することは不可能であるから、下にこの紹介に關係ある外國文献の所在だけを追加しておくことにする。私がまだ直接に読んでゐないものも含まれてゐるが、それは主として Kaufmann の綜説からひろひあげたものである。

- Callan, H. G. 1942. *Proc. Royal Soc. London, B.* 130: 324-335.
- Kaufmann, B. P. 1948. *Bot. Rev.* 14: 37-128.
- Kingstedt, H. 1941. *Mem. Soc. Fauna et Flora Fenn.* 17: 166-175.
- Kakhidze, N. T. 1939. *Compt. Rend. Acad. Sci. URSS* 22: 439-440.
- 1940. *Compt. Rend. (Doklady) Acad. Sci. URSS* 26: 468-470.
- Kostoff, D. 1938. *La Cellule* 47: 219-225.
- Levan, A. 1942. *Hereditas* 28: 177-211.
- 1946. *Hereditas* 32: 449-468.
- Resende, F. 1945. *Portug. Acta Biol.* 1: 139-173.
- de, Lemos-Pereira, A. et Cabral, A. 1944. *Portug. Acta Biol.* 1: 9-46.
- Schmargon, E. N. 1938. *Compt. Rend. Sci. URSS* 21: 259-261.
- Wilson, G. B. & Boothroyd, E. R. 1941. *Cand. J. Res. C.* 19: 400-412.
- & —— 1944. *Cand. J. Res. C.* 22: 105-119.

低 温 科 学 第 二 輯 (第 一 刷) 正 誤 表

(頁)	(行)	(誤)	(正)	(頁)	(行)	(誤)	(正)
目次	20	福島	福富	90	13	写真 12	写真No.30
3	12	α	αd	94	28	" 7	" No.25
6	第6圖	5 cm	0.5 cm	99	16	示すと	みると
"	20	$\frac{3}{\text{kg/cm}}$	$\frac{3}{\text{kg/cm}^2}$	"	"	写真No.1の如く	トル
24	22	相対温度	相対湿度	"	22,23	写真1に見られる	トル
26	第1表の5	<105	>105	100	2	写真と同様に	トル
27	4	写真 2	写真No.2	101	27,28	写真No.2に示す様に	トル
"	10	" 1	" No.1	101,102	30,1	写真に示す如く	トル
"	14	" 3	" No.3	102	13	第1表及び写真No.2を	第1表を
"	19	F	下	108	26	写真 1	写真No.31
"	30	写真 4,5	写真No.4,5	"	29	" 4	" No.34
28	4	T_c	T_a	"	29	" 4	" No.34
"	5	T_c	T_a	109	3	" 4	" No.34
"	23	写真 6,7,8	写真No.6,7,8	"	"	" 5	" No.35
"	29	" 8	" No.8	"	"	" 2	" No.32
29	2	" 9,10,11	" No.9,10,11	112	3	" 3	" No.33
34	10	鐵線があるが	鐵線であるが	113	17	" 6	" No.36
59	第13圖	---細土含有量	---細土含有量	"	18	" 7	" No.37
"	"	-x-粘土含有量	-x-粘土含有量	"	29	" 8	" No.38
70	24	b c	b : c	115	27	" 9	" No.39
71	3	写真No.1	写真No.12	116	4	" 9	" No.39
"	3	" No.2	" No.22,13	120	13	$1.0 \times 10^{-7}V$	$1.0 \times 10^{-2}V$
"	16	" No.1	" No.21,12	121	7	30cm	130cm
74	6	第2圖(A)	" No.14	128	14	3m	4.8m
"	"	" (B)	" No.15	136	第1表の1	左右對線	左右對稱
"	"	" (C)	" No.16	142	1	打點式によつて	自記的に
"	8	写真 (A)	" No.14	159	6	Ag	Aq
"	10	写真 (B)	" No.15	164	25	$\Delta t'g > t_w$	$\Delta t'g > \Delta t_w$
"	18	" (C)	" No.16	166	27	0.001N	0.001/N
"	20	" (A)	" No.14	171	3	9桁	6桁
75	9	第4圖(D)及(E)	" No.17, No.18	"	16	$\frac{T_l}{T_a} Vt$	$\frac{T_l}{T_t} Vt$
"	11	写真 (D)	" No.17	172	2	$R-I = \frac{e}{e_{sat}} 100$	$RH = \frac{e}{e_{sat}} 100$
"	12	" (E)	" No.18	"	22	a), b)	写真No.40, No.41
77	脚註3	Seron	Screen	174	第3表	相対温度	相対湿度
80	11	$\int_0^{\infty} \varphi(r) d^2(r) pr$	$\int_0^{\infty} \varphi(r) p^2(r) dr$	180	6	$B_{nap} s$	B_{napus}
88	10	写真 1	写真No.19	181	2	<i>Faphanobras-sica</i>	<i>Raphanobras-sica</i>
"	20	" 2	" No.20	182	4	<i>Horde m</i>	<i>Hordecum</i>
89	1	" 3	" No.21	183	13	<i>nap s</i>	<i>napus</i>
"	3	" 4	" No.22	244	19	單位生殖	單爲生殖
"	12	" 5	" No.23	248	15,16	温度氏はでも	湿度でも
"	"	" 6	" No.24	"	16	尙松島	尙松島氏は
"	14	" 4	" No.22	252	13	Schwarkinowa	Schkwarnikow
"	22	" 7	" No.25	257	6	写真1-5	写真No.56の1-5
"	27	" 8	" No.26	259	8	写真4-5	写真No.56の4-5
"	28	" 9	" No.27	260	6	" 6	" No.56の6
90	3	" 12	" No.30				
"	10	" 8	" No.26				
"	11	" 11	" No.29				
"	12	" 9	" No.27				