

# 夏期および冬期におけるヒキガエル口蓋の 線毛細胞の無糸分裂数

昭和35年4月21日 受付

信州大学医学部第1解剖学教室 (指導: 尾持昌次教授)

小野 沢 実

## Frequencies of Amitosis in the Ciliated Cells of Toad Palate in Summer and in Winter

By

Minoru ONOZAWA

Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Shinshu University  
(Director: Prof. Sh. Omochi)

### 緒 言

著者<sup>①⑦⑧</sup>はこれまでの研究によつて気管上皮細胞における無糸分裂およびその結果出来た二核細胞が主として線毛細胞に属するものであることを知り、またこれら無糸核分裂および二核細胞が線毛の機能と密接な関連をもっていることを報告した。最近島村<sup>⑨</sup>、百瀬<sup>④</sup>等はそれぞれニホンヒキガエルの胃腺細胞、肝細胞について夏期の活動期で細胞機能が亢進している時には無糸分裂が増加し、冬眠期にはこれが減少することを認めて、これらの無糸分裂が機能的におこるものであることを結論している。ヒキガエルの口蓋上皮線毛細胞においてもその細胞機能が夏期と冬期とでは著しい相違があるものと考えられるので、本篇においては冬眠期および夏期の活動期にある2群のヒキガエルの口蓋上皮の線毛細胞の無糸核分裂およびその結果出来たとと思われる二核細胞の数について検討し興味ある成績を得たので報告する。

### 材料および研究方法

使用した材料はニホンヒキガエル *Bufo vulgaris formosus* で、土中から掘り出した冬期 (気温 1.8°C) の冬眠中のもの5匹および自然の状態におかれた夏期 (気温 23°C) の活動中のもの4匹であつて、体重 250~310g であつた。なお冬眠中のヒキガエルは土中から掘り出した直後に実験した。口蓋部粘膜から切り取られた組織片は直ちにその一部を10%フォルマリンに入れて固定し厚さ 5μ の連続切片標本となし、他の大部分は Ranvier 1/3 アルコールに投入して前報と同じ方法で分離永久標本を作製した。分離永久標本において動物一個体につき上皮細胞5000個ずつ数え、この中の無糸核分裂 (くびれ期, 中隔期, 離期に分類) お

よび二核細胞に区分したものが表1である。切片標本は分離標本観察の参考とした。

表1 ヒキガエル口蓋上皮線毛細胞5000個中の無糸分裂数

群	動物番号	無糸核分裂				二核細胞
		くびれ期	中隔期	離期	総数	
冬 期	1	0	1	0	1	3
	2	0	1	1	2	3
	3	1	0	0	1	5
	4	0	0	0	0	2
	5	2	1	0	3	3
夏 期	1	2	1	1	4	12
	2	1	2	0	3	3
	3	3	2	3	8	10
	4	2	1	1	4	9

### 自家所見

#### 1) 切片標本

切片標本における観察ではヒキガエルの口蓋上皮は多列線毛上皮であつて、線毛細胞は丈高く幅狭いものまたは丈低く立方形に近いものがあり部位により異っているが、一般にラツテ、犬等のものよりも丈が低い。核は略々円形で胞体の中央に位置する。杯細胞は分泌物が溜つて樽状を示すものと円形に近いものなど形が多様であり、またラツテ、犬等に比し著しく数が多い。しかし一般的にいつて切片標本においては冬期の所見を夏期のそれとくらべて特に著しい相違は認められなかつた。

## 2) 無糸核分裂数および二核細胞数の変動

無糸核分裂数は冬期において5個体での総数が7個(0~3) 0.28%であり、夏期では4個体での総数が19個(3~8) 0.95%であつて夏期では冬期にくらべて遙かに多い。また二核細胞は冬期には5個体で16個(2~5) 0.64%であるのに夏期には4個体で34(3~12) 1.7%見られ無糸核分裂と同じく夏期に多い成績を得た。以上のように無糸核分裂、二核細胞ともに夏期に多いが、これらの差の有意性をF分布を使つて検定したところ、無糸核分裂ではくびれ期が5%の危険率で有意の差があり( $F'_0=5.89^*$ )、中隔期、離断期については差は有意ではない。(中隔期 $F'_0=0.58$ 、離断期 $F'_0=3.06$ )。また無糸核分裂の総和では5%の危険率で有意の差が見られた( $F'_0=9.09^*$ )。二核細胞については1%の危険率でも有意の差が認められる( $F'_0=57.63^{**}$ )。これらヒキガエルの口蓋上皮細胞において観察された無糸分裂はしかしすべて線毛細胞に属するものであり、杯細胞には一個もこれを見出すことが出来なかつた。なお胞体の分裂像はこれまでの研究と同様全然認められず、有糸分裂も観察されなかつた。

## 考 察

変温動物では、冬期の冬眠状態の際には夏期の活動期のものにくらべて、細胞機能も低下しているものと考えられるのであるが、当教室の島村<sup>①</sup>は冬眠時のヒキガエルと夏期のものとを材料として、胃腺細胞の無糸分裂数(無糸核分裂および二核細胞の数)について研究し、夏期胃内容の酸度が高く、細胞機能が亢進しているときに、無糸核分裂数と二核細胞の数が著明に増加していることを観察して、胃腺細胞の無糸分裂が細胞の機能と平行的に増減するものであることを報告している。百瀬<sup>④</sup>もヒキガエルの肝細胞について同様の実験を行い、夏期活動期の肝細胞の細胞機能の亢進を確認し、この際冬期のものにくらべて無糸分裂数が推計学的にも有意に増加していることを報告し、肝細胞の無糸分裂が機能的におこるものであることを結論している。著者はさきに哺乳動物の気管上皮細胞の無糸核分裂および二核細胞の数を算え、これが胎児および幼若な動物では少いのに、成熟動物では多く見られることを認め、また気管上皮の諸種の細胞の中では無糸核分裂および二核細胞は線毛細胞に最も多数見出され、杯細胞には全然認められないことなどの成績を得て、気管上皮細胞の無糸分裂が細胞機能に関係をもつ機能的無糸分裂であることを推論したのである。さて、ヒキガエル口蓋上皮に見られる無糸分裂も全て線

毛細胞に属するものであり、杯細胞には全くこれを見ることが出来なかつた。ヒキガエル口蓋上皮の線毛細胞の機能は冬期冬眠時と夏期の活動期とでは、当然差異があるものと考えられるのであるが、線毛細胞における最も重要な機能は線毛運動による異物の運搬作用であることは論をまたない。Hill<sup>②</sup>は食用蛙の線毛運動により、10~15gの石が運搬されることを観察し、また Schaffer<sup>③</sup>は線毛運動がかなり、迅速でしかも強い力をもつておりと同時にこれが温度の変化によつて著しい影響を受けるものであることを記載している。線毛運動に対する温度の影響について、Calliburces<sup>④</sup>は蛙の食道上皮の線毛運動は温度が28°C上昇すれば速さが7倍になるといつて、梅田<sup>⑤</sup>は牛の気管上皮の線毛運動の研究において、温度を種々に変化させて線毛運動による物体の運搬速度を測定した結果、温度が15°C~45°Cの範囲内で線毛運動が営まれ37°C~38°Cの範囲内で運動が最も活潑であることを指摘している。また同氏は変温動物の場合は5°C~45°Cの範囲内で線毛運動が行われることを観察し、定温動物と変温動物とでは線毛運動が営まれる温度の上方限界には大した差はないが、下の限界は約10度の差があることを述べている。中島の変温動物における同様の実験においても、線毛運動が営まれる範囲は5°C~45°Cであり、17°C~30°Cの間では温度の上昇とともに速度を増し、また17°C以下の温度では次第に緩慢となつて5°C~3°C以下では停止するとしている。従つて冬眠時のヒキガエルの口蓋上皮の線毛運動は、著しく緩慢であるか、または停止しているものと思われまた夏期の活動期のそれは冬期にくらべて遙かに促進されているものと考えられる。佐口<sup>⑥</sup>は線毛運動についてこれが線毛の自動性のみによるものではなく、原形質および核が直接これに関与するものであるとしている。線毛運動の遅速は、線毛細胞の機能状態の表現であるとも考えられるので、冬期の低温状態にあるヒキガエル口蓋上皮細胞の機能は低下するとともに、線毛運動もまた緩慢となるかあるいは停止していると考えられる。同様に夏期においては気温の上昇にともなつて、線毛細胞の機能が旺盛となつて、線毛運動はほとんど最高度に活潑に営まれるようになるのである。さてこの夏期の機能亢進におけるヒキガエルの口蓋上皮線毛細胞の無糸核分裂および二核細胞の数がいずれも冬眠時のものより多いことが、推計学的にも立証されることからして、ヒキガエルのような下等な変温動物においても、これら無糸核分裂および二核状態が高等動物の気管上皮に見られたのと同様にやはり細胞の機能状態に密接に関連するものでいふゆる

機能的無糸分裂に属するものと考えてよいと思う。なお Tschassownikow<sup>(13)</sup>は 両棲類において咽頭上皮の線毛細胞の中のあるものでは核の上部にまず分泌物が現われ、それが次第に増加するとその細胞は線毛を失つて杯細胞に移行するものがあることを記載しているが、ヒキガエルの口蓋上皮の線毛細胞においても、かつて著者が犬の気管上皮細胞で見出したように線毛細胞の核上部に分泌物が集積し、杯細胞への移行過程にあると考えられるものが分離標本において屢々見出されるので、ヒキガエルの口蓋上皮の杯細胞も大部分は線毛細胞から変性したものと考えてよいと思う。そしてこのような細胞にはラツテ、犬の気管上皮の線毛細胞の場合と同様に無糸核分裂とか二核細胞を全く認めることが出来なかつたし、また従つて無糸分裂に続く胞体の分裂も見出されなかつた。

#### 結 論

冬期冬眠中のヒキガエル 5 匹と夏期の活動中のもの 4 匹について口蓋上皮細胞の分離永久標本を作製して、無糸核分裂および二核細胞の出現数をしらべたところ、無糸核分裂、二核細胞はいずれもすべて線毛細胞に属するものであり、かつ夏期温度高く、細胞機能が亢進し線毛運動が活潑に行われていると考えられる時にその数が多く、冬期にはその数が推計学的にも有意に少ないことが明かにされた。このことからヒキガエル口蓋上皮の線毛細胞の無糸分裂も哺乳動物の気管上皮細胞のそれと同様に機能的のものであることを知つた。

稿を終るに臨み本研究に際し、御指導と御校閲の勞を執られました恩師尾持昌次教授に謝意を表しますとともに、終始絶大なる御協力をいただいた永田講師並びに教室員各位に感謝の意を表します。

#### 引用文献

- ① Calliburces, P.: Recherches experimentales sur l'influence exercée par la chaleur sur les manifestations de la contractilité de organes, C. R. Acad. Sc. Paris, 47, 638—641, 1858 (Zit. nach Schaffer) ② Forster, R.: Das Flimmerepithel der Atemwege und seine Bedeutung für die Anaesthesie, Der Anaesthesist, 2: 185—187, 1953 ③ Hill, L.: Lancet, 2: 215, 1928 (Zit. nach Forster) ④ 百瀬節生: 肝細胞の無糸分裂に関する研究, Ⅲ. 活動期および冬眠期におけるヒキガエルの肝細胞, 信州医誌, 8: 533—536, 1959 ⑤ 中島常雄: 線毛細胞の薬理学的研究, Ⅲ. 温血動物気管粘膜における線毛運動について, 長崎医誌, 15: 131—146, 1937 ⑥ 小野沢実: 気管上皮細胞の無糸分裂に関する研究, I. 正常ラツテの気管上皮細胞, 解剖誌, 34: 159—166, 1959 ⑦ 小野沢実: 気管上皮細胞の無糸分裂に関する研究, II. ラツテ気管上皮の線毛細胞および無線毛細胞の無糸分裂の出現率, 解剖誌, 35: 印刷中, 1960 ⑧ 小野沢実: 気管上皮細胞の無糸分裂に関する研究, III. イヌ胎児, 新生児および成犬における気管上皮細胞, 信州医誌, 9: 印刷中, 1960 ⑨ Saguchi, S.: Studies on Ciliated Cells, J. of Morph. 29: 217—279, 1917 ⑩ Schaffer, J.: Das Epithelgewebe, Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen herausgegeben von W. Müllendorff, Berlin Ⅱ/1: 46—59, 1927 ⑪ 島村和夫: 冬期および夏期におけるヒキガエル胃腺細胞の無糸分裂の変動, 解剖誌, 34: 419—422, 1959 ⑫ Tschassownikow, S.: Über Becher und Flimmerepithelzellen und ihre Beziehungen zueinander, zur Morphologie und Physiologie der Zentralkörper, Arch. mikr. Anat., 84, 1913 (Zit. nach Saguchi) ⑬ 梅田虎雄: 牛の気管上皮線毛運動に関する研究, 皮膚科紀要, 14: 629—645, 1921