琉球大学学術リポジトリ

イシサンゴの種特異性および自己特異性に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 日高道雄 公開日: 2009-07-27 キーワード (Ja): イシサンゴ, 自他認識, 群体, 組織適合性, 種特異性 キーワード (En): NEMATOCYST, COLONY, MESENTERIAL FILAMENTS, APOPTOSIS, CHIMERA, CORAL, HISTORECOGNITION, HISTOCOMPATIBILITY 作成者: 日高, 道雄, Hidaka, Michio メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/11487

第１部　ハナヤサイサンゴ*Pocillopora damicornis*の幼群体間の非適合癒合と境界部の微細構造

要　旨

ハナヤサイサンゴの幼群体を接触させると、癒合や非癒合反応とは異なり、組織や骨格は癒合するものの境界部に共生藻の少ない白い帯域の生ずる反応（非適合癒合反応）が見られることが多い。非適合癒合反応を示すペアは、多くの場合境界部に徐々に切れ込みやギャップが生じ、数カ月後に非癒合へと移行した。非適合癒合反応を示すペアの境界部の組織は肥厚し、ファゴソームや消化胞と思われる空胞、くびれた核をもつ細胞が見られた。また皮層には大きな細胞外空間と小さな核が見られた。非適合癒合を示すペアは、境界部でのアポトーシスによる細胞死と貪色の結果、分離して非癒合へと移行すると考えられる。

目　的

海産の底性無脊椎動物には群体性のものが多くみられるが、群体性の動物は、他の群体と癒合することがあるという点で、単体性の動物と大きく異なる。たとえば無性生殖の結果生じたクローンのイソギンチャク同士を接触させても癒合することはないが、遺伝的に等しいイシサンゴ群体同士を接触させると、すぐ癒合してしまう。一方遺伝的に異なる群体との癒合を防ぐ、群体特異性がホヤやサンゴ、海綿などで知られている。

イシサンゴにおいては、同種の異なる群体が接触したときに、癒合、非癒合、組織非適合の３つの接触反応が知られている(e.g., Chadwick-Furman and rinkevich, 1994)。癒合反応では、組織骨格とも癒合し一つの群体を形成する。非癒合反応では、組織は癒合しないが、どちらの組織も損傷を受けず、間に骨格の壁を作る。この壁は最初垂直に伸びるが、多くの場合次第に片方の群体の方へと傾いていき、一方の群体が他方を覆いかぶせるようになることが多い。また組織非適合反応では、一方あるいは両方の群体の境界部の組織が１～数mmにわたって死ぬ。この現象は細胞毒性と呼ばれるが、まだどのような機構で組織が死ぬのか明らかでない。

著者等は、ハナヤサイサンゴの幼群体を接触させると、癒合、非癒合、非適合癒合の３つの接触反応が見られることを報告した(Hidaka and Yogi, 1996; Hidaka et al, 1997)。非適合癒合は、組織は連続しているものの境界部に共生藻の少ない白い帯域が見られるという点、さらに骨格は連続しているものの、境界部に溝がありその両側に突起状構造が向き合うように並んでいるという点で通常の癒合とは異なる反応である。白い帯域付近に生じたポリプは吸収されてしまうことがあり、何らかの組織非適合反応であることが示唆された。そのためこの現象を非適合癒合と呼ぶことにした。また非適合癒合を示すペアの多くは、数カ月後には間にスリットが入ったり、骨格の壁を形成することにより非癒合へと移行することが観察された。スリットが入ったり、ギャップが生じたりすることから、境界部では局所的な細胞死が起こっていることが示唆される。今回ハナヤサイサンゴの非適合癒合を示す幼群体ペアにおいて、境界部でどのような機構で局所的な細胞死が生じるのか、そして非適合癒合から非癒合への移行の細胞学的機構を調べることを目的とした。

材　料　と　方　法

沖縄本島北部の瀬底ビーチ（ＳＢ）および備瀬（Ｂ）の２地点からハナヤサイサ

ンゴ*Pocilopora damicornis*の群体を採集し、瀬底島の熱帯海洋科学センター内のサンゴ飼育水槽に運んだ。どちらの場所でも約30mの間隔を置いて群体を採集した。採集した群体を、２１のプラスチック容器に入れ飼育し、放出されたプラヌラをオーバーフローする海水ごとプラヌラコレクターに集めた。プラヌラコレクターは、底部はカップ状をしているが、上部側面はナイロンメッシュ（60または180μm）で覆われ、プラヌラを濾し集めることができる。採集したプラヌラは別のプラヌラ飼育容器内で飼育し、容器内側面のプラスチックシートに定着させた。定着後、変態した１次ポリプをプラスチックシートごと切り取り、同群体由来のポリプ同士、あるいは異群体由来のポリプ同士を接触させた。接触実験は、２つのポリプが接触するようにポリプの載った２片のプラスチックシートをスライドグラス状に並べ、シリコンチューブとナイロン糸で固定することにより行った(Hidaka, 1985)。接触反応は、約２週間おきに観察し、さらに写真撮影を行った。一部のポリプペアーについては、10％ハイターで処理し、水洗後風乾し、金で蒸着した後に、境界部の骨格を走査電子顕微鏡で観察した。

結　果

１．ハナヤサイサンゴの一次ポリプまたは幼群体間の接触反応のパターン

異なる群体から放出されたプラヌラ幼生由来の一次ポリプどうしが接触すると、癒合(Fusion)の場合には直ちに癒合し、境界部が太くなって、楕円形の群体を形成した。癒合以外の場合には、組織が触れあって１、２週間すると、組織骨格とも癒合するものの、境界部に白い帯域の現れる非適合癒合反応(Incompatible fusion)に進んだ(Fig. 1)。非適合癒合ペアの多くは数カ月後には境界部にスリットが入ったり、間に骨格の壁を作ることにより非癒合(Nonfusion)へと、あるいは境界部の組織が死ぬことにより分離(Disconnection)へと移行した(Table 1, Fig. 2)。非適合癒合を介さずにそのまま非癒合反応へと進むペアも１例あった(Table 1)。

ハナヤサイサンゴの一次ポリプまたは幼群体間の接触反応を時間を追って観察した結果をFig. 3に示す。定着後数日以内に接触させたハナヤサイサンゴの一次ポリプは、すべて非適合癒合または癒合反応を示した。非適合癒合ペアの多くは3-8カ月後には非癒合または分離へと移行した(Fig. 2)。接触後、直ちに非癒合反応を示した１例(B8-SB8)では、定着後組織の接触まで２カ月以上たっていた。

２．非適合癒合ペアの境界部組織の特徴

非適合癒合ペアでは、両群体の組織は連続しているが、胃腔は連続していなかっ

た(Fig. 4)。骨格の溝に対応した部分には、胃層が膨らんでおり、多数の空胞をもつ細胞塊が見られた。

非適合癒合ペアの境界部を電子顕微鏡で観察すると、皮層には大きな細胞外空間が生じ、凝縮した核、紐のような細胞質をもつ細胞が見られた(Figs. 5, 6)。胃層には、ファゴソーム、消化胞、入り組んだ細胞突起、くびれた核をもつ細胞が見られた。境界部ではアポトーシスによる細胞死と貪食が起こっていることが示唆される。

考 察

1. 非適合癒合ペアの多くは数カ月後に非癒合へと移行するが、その際には境界部にスリットが入ったり、間に骨格の壁が形成される。非適合癒合から非癒合あるいは分離(Disconnection)へ移行する際には、境界部で局所的な細胞死が起こっていると考えられる。

2. Hidaka et al (1997)は、ハナヤサイサンゴの幼群体間の接触反応として、癒合、非癒合、非適合癒合の3種の接触反応を記載した。今回定着後数日内に接触させたものでは、全て癒合または非適合癒合を示した。一方Hidaka et al (1997)では、定着後、組織が接触するまでに1週間〜数カ月かけている。このことは、定着後数日内のポリプは、まだ相手組織を排除して非癒合反応を示すことができず、その後数週間かけて非癒合を示すに十分な組織非適合性システムを獲得していく可能性を示唆する。

3. 境界部の組織観察の結果は、境界部でアポトーシスによる細胞死と貪食が起こっていることを示唆する。今回の結果は、2つの幼群体の癒合により生じたキメラが、後にアポトーシスにより別々の群体へと分離する可能性を示しており興味深い。

引 用 文 献

Chadwick-Furman N and B Rinkevich (1994) A complex allorecognition system in a reef-building coral: delayed responses, reversals and nontransitive hierarchies. Coral Reefs, 13: 57-63

Hidaka M (1985) Tissue compatibility between colonies and between newly settled larvae of *Pocillopora damicornis*. Coral Reefs, 4: 111-

Hidaka M and M Yogi (1996) Incompatible fusion between young colonies of the coral Pocillopora damicornis: ultrastructure of the interface region. Zool Sci. Vol 13 Supplement: 131

Hidaka M, K Yurugi, S Sunagawa and RA Kinzie III (1997) Contact reaction between young colonies of the coral *Pocillopora damicornis*. Coral Reefs. 16: 13-20

Combination	Initial outcome			Second outcomes	
	Fusion (F)	Nonfusion (NF)	Incompatible fusion (ICF)	ICF→NF	ICF→DC
B4-SB1			3	2(1)	
B4-SB2			1	1	
B4-SB5			4	(3)	
B4-SB6			3		1
B4-SB8			3	(1)	
B4-B5			1	1	
B4-B8			3		
B5-SB1			3	1	
B5-SB2			2	(1)	
B5-SB6			5	2	
B5-SB7			3		
B5-SB8			1		
B5-B8			2	(1)	1
B6-SB5			3		
B6-SB6			4	2	
B6-SB8			1		
B8-SB1			1	1	
B8-SB5			1		
B8-SB7			1	1	
B9-SB1			2	2	
B9-SB6			1		
B9-SB7			1	1	
SB1-SB6			1		
SB5-SB6			1	1	
B8-SB8		1			
B5-SB3	2				
B5-SB5	5				
B6-B8	1				
B9-SB5	1				
B9-B5	1				
B4-B4	2				
B5-B5	2				
B6-B6	1				
SB7-SB7	1				

Table 1. Patterns of contact responses between young colonies of *Pocillopora damicornis*. F, fusion; NF, nonfusion; ICF, incompatible fusion; ICF→NF and ICF→DC represent pairs that transformed from incompatible fusion into nonfusion and into disconnection, respectively. The number in the parentheses represents the pairs in which the region of contact became narrower but the paired colonies were not completely separated.

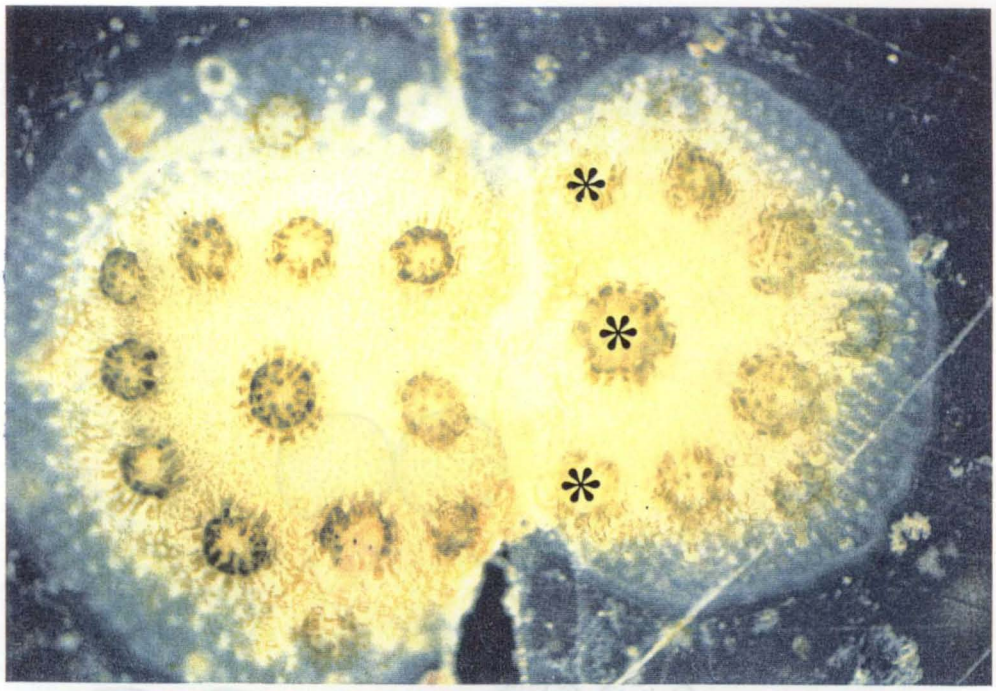

Fig. 1. Incompatible fusion between young colonies derived from different colonies of *Pocillopora damicornis*. **A**, A pair showing incompatible fusion. Both colonies were 69 days after settlement. **B**, The same pair as shown in **A** observed 74 days later. Polyps near the white zone (marked with *) were resorbed. A slit was formed at the lower margin of the interface, indicating that this pair is transforming to nonfusion.

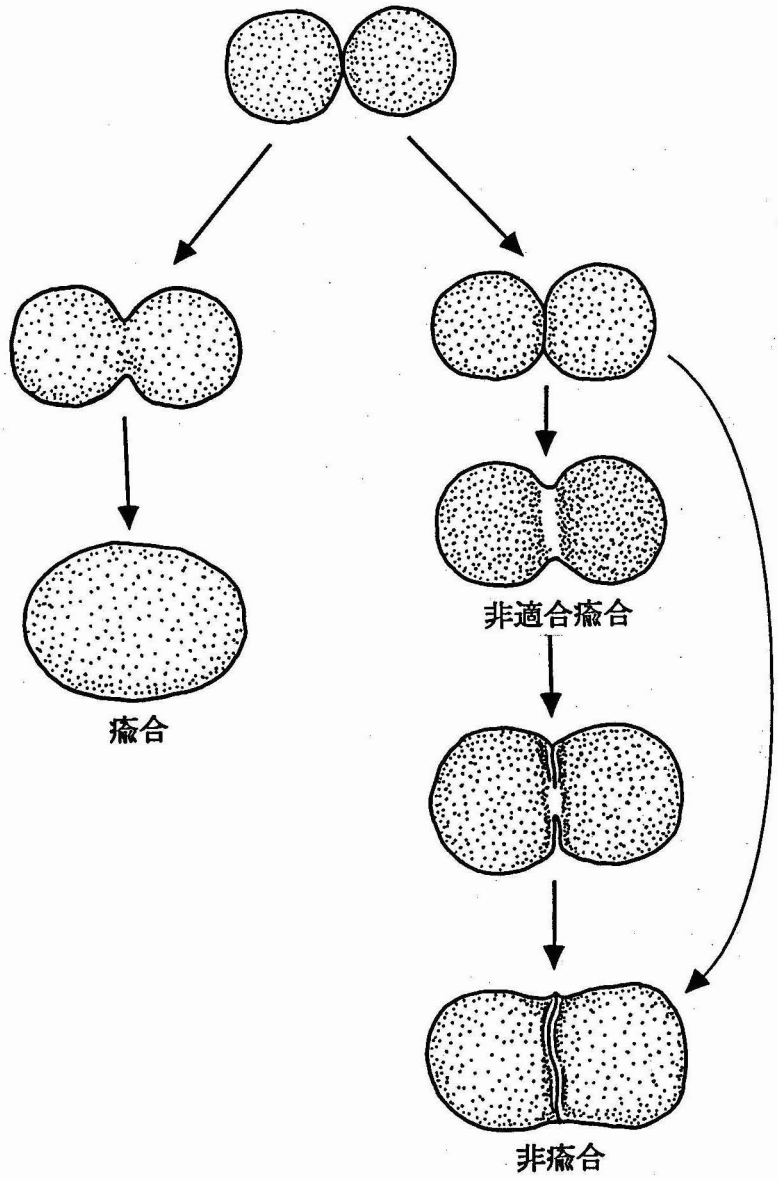

Fig. 2. Schematic diagram of contact reactions between primary polyps or young colonies of *Pocillopora damicornis*.

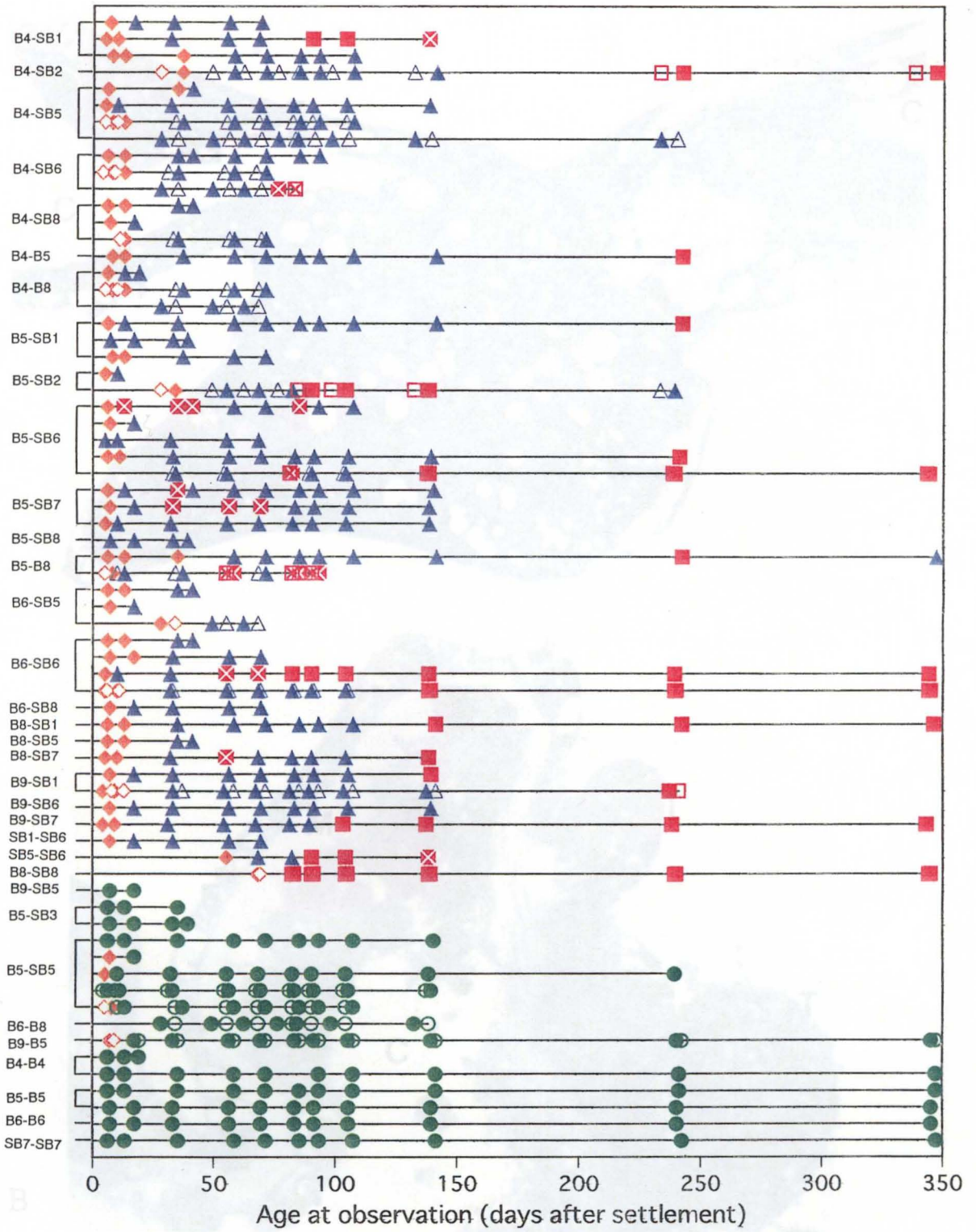

Fig. 3. Contact reactions between young colonies of *Pocillopora damicornis* observed at various times after settlement. Each horizontal line represents a grafted pair, and symbols on the line represent types of contact response and age of the pair when the observation was made (days after settlement). ▲, incompatible fusion; ■, nonfusion; ●, fusion; ⊠, disconnection; ◆, contact without clear response. When partners of a pair were of different ages, they are indicated by closed (younger) and open (older) symbols.

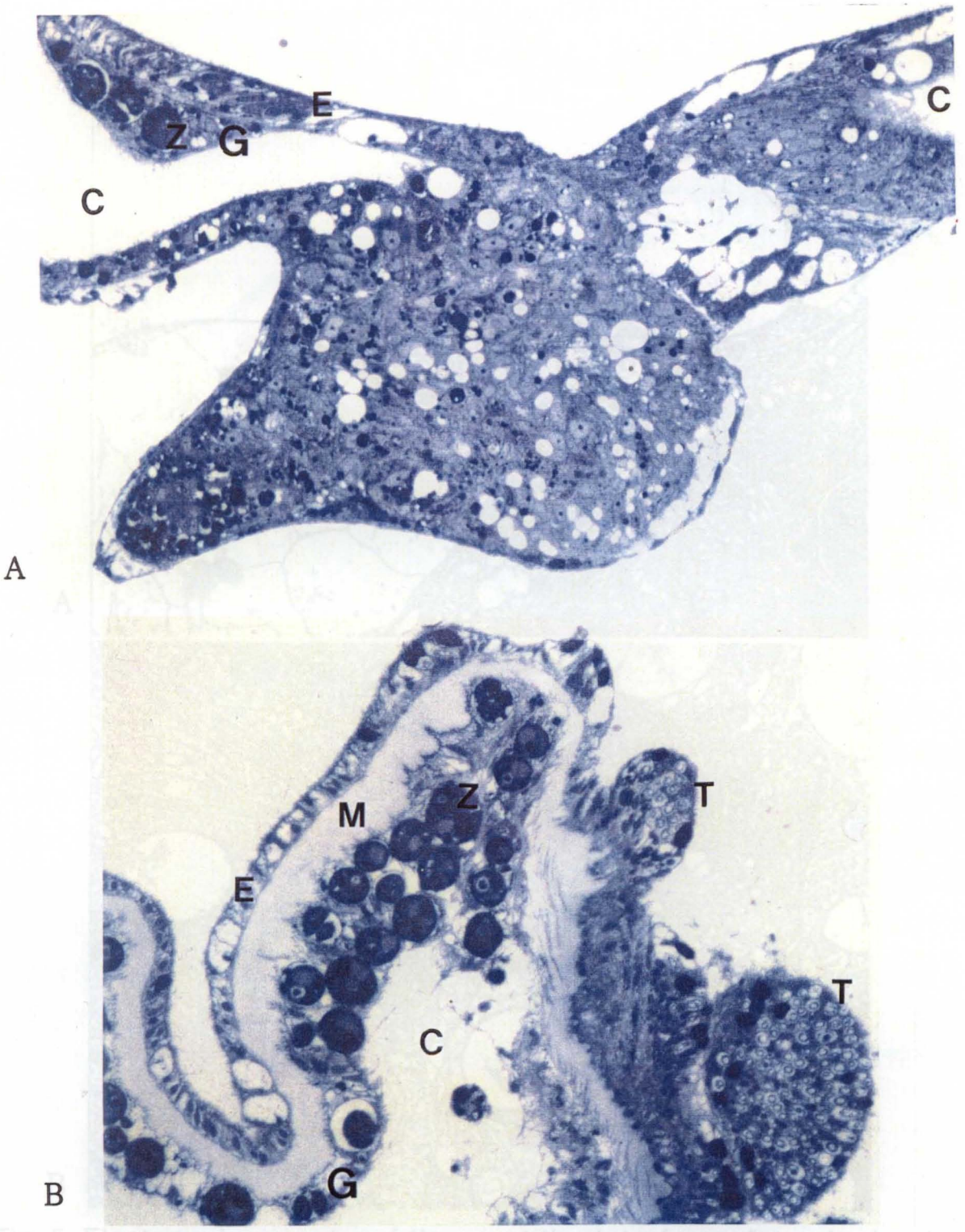

Fig. 4. Photomicrographs of coenosteum tissue of a pair showing incompatible fusion response. **A**, Tissue at the interface region. Tissues of the paired colonies were continuous, but coelenteron was not continuous. Aggregate of cells with many vacuoles was observed at the interface. The position of the aggregate corresponded to the position of the groove of the skeleton. **B**, Tissue of one partner of the pair distant from the interface, showing normal coenosteum tissue (left) and part of a polyp tissue (right).

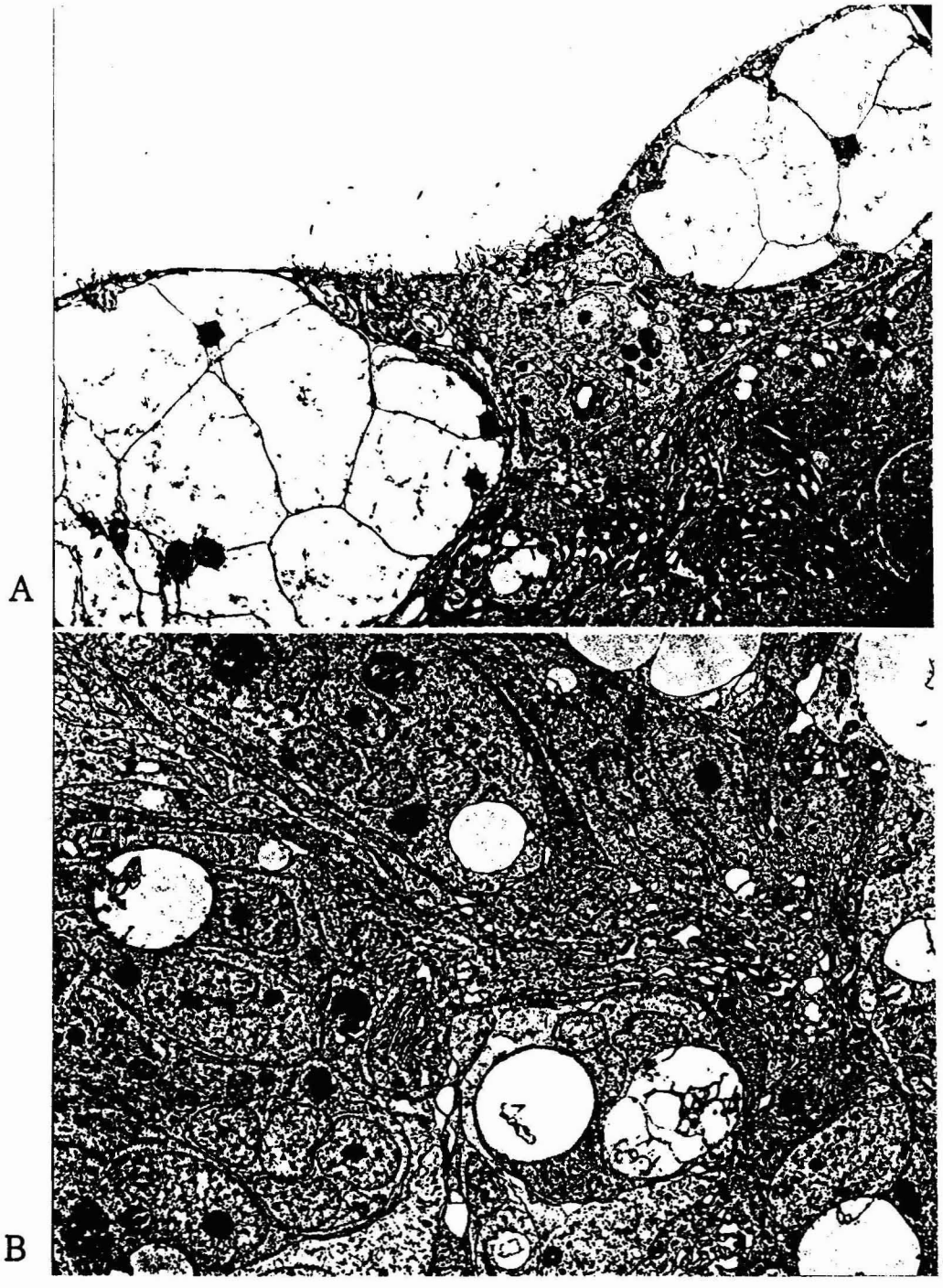

Fig. 5. Electronmicrographs of tissue at the interface of a pair showing incompatible fusion. **A**, There are large extracellular space in the epidermis on both sides of the border. Cells with condensed nucleus and small amount of cytoplasm are observed between the extracellular space. **B**, Gastrodermis at the interface. Aggregate of cells with vacuoles and constricted nucleus were observed.

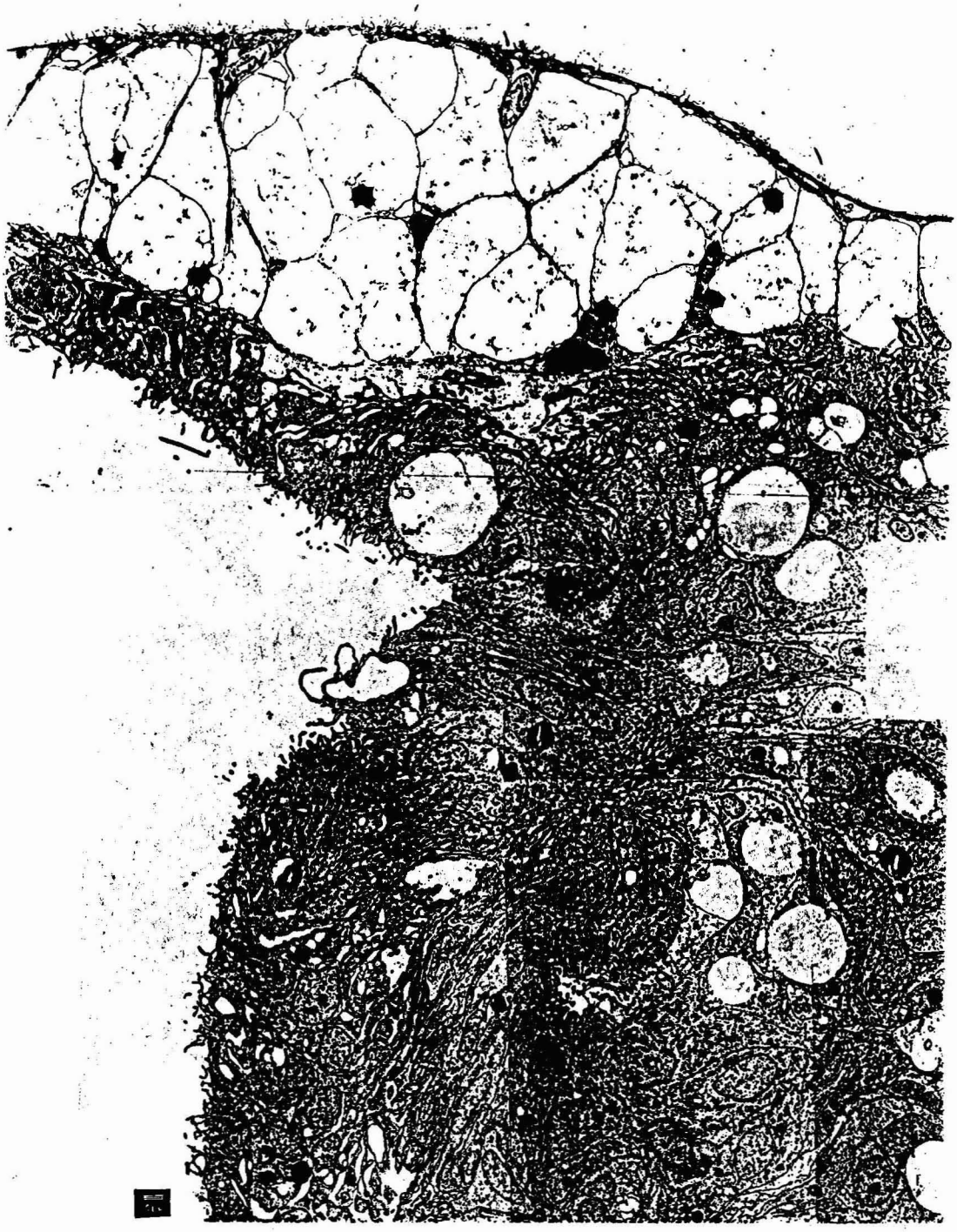

Fig. 6. Electronmicrograph of the interface of an incompatibly fused pair. The same pair as shown in Fig. 5. Cellular processes and vacuoles like phagosome were observed in the bulge of gastrodermis.