

ノリの病気, 緑斑病 (新称),
ちりめん症 (新称) について

斉藤雄之助・松里寿彦・吉川浩二

ON THE SYMPTOMS OF "GREEN SPOT" AND
"CRAPE" IN NORI (*PORPHYRA*) CULTURE

Yunusuke SAITO, Toshihiko MATSUSATO
and Koji YOSHIKAWA

Two peculiar diseases were found on Nori in the culture fields along the coast of Hiroshima City in 1968.

I. "Green spot"

1. At first, small rust-red or pink spots are appeared, and soon they become the little spots of green foci, and then they grow to large circular at inner part of frond and semicircular green affected parts at edge of frond.

2. The following process could be considered as the mechanism; After a part of the frond is injured mechanically by some stimulus, the cells shrink and gather. Then, the effects spread gradually into surrounding cells resulting in deformation and increase of some bacteria in the damaged cells. These affected cells swell out at first and then shrink with discharge of protoplasm, and sometimes the protoplasm connects with other deformed cells. Color of the cell substance is redish violet in swollen cell and then it changes to green in shrunken cells. The disease is spread out by the repetition of these functions.

3. The disease turns more serious in hypertonic water of more than about 1.4 ‰ in chlorinity.

4. The disease with the similar symptoms has been reported by SUTO & et. (1954) and NOZAWA & et. (1957) and it was named "Perforating disease", but the disease described here should be named "Green spot" newly, because of some differences on the symptoms.

II. "Crape"

1. The fine pits are appeared in the buds of *Porphyra*, and very fine wrinkles are observed on the surfaces of young and grown fronds. In the affected parts, the formation of many cell layers and abnormal cell-divisions occur, but the deformation of cell structure does not occur.

2. The following process could be considered as mechanism; After the cells of the frond are injured by some unknown stimuli, the cell-divisions occur in abnormal planes, and the affected parts spread with the repetition of abnormal or normal cell-divisions and form various irregular shapes, such as dots, horseshoes, mountain range

*昭和47年2月21日受理南西海区水産研究所29号

and eaves.

3. Appearance of the disease is not localized, and it is difficult to consider that this disease is caused by any industrial wastes and sewages.

4. The disease with similar symptoms has been reported by FUJIYAMA (1957) and by ARASAKI & et. (1960) with a name as "Toumor" (or "Cancer disease"), but this disease should be named "Crape", because of the abnormal cells observed in this case are not a real tumor.

ノリの病気については今までいくつか報告されているが、しかし病徴記載が不十分なものも少なくないし、また未報告の病気も多いことは当然考えられる。そのため同一の病気が別々の病名のもとに、あるいは別の病気が同一病名のもとに報告されるなどの混乱が認められ、このことが病害対策研究の進展を妨げているとも考えられる。例えば昭和42年度に有明海を中心として西日本一帯に生じた不作において、その原因はいわゆる「白ぐされ」による病害とされたが、実際には病気の報告の不足、病徴記載の不充分が原因して、病害発生時に、ノリ葉体上に同時に混合して、あるいは時期を追って生じた種々の病徴を明確に分離することが出来ず、不作の原因となった病気の種類を十分に明らかにできなかった。

著者らは昭和41年以来、ノリに発生する病気について、その発病初期から病徴を観察し、各種の病気の病徴の記載を明確にする目的で、広島湾奥部漁場に試験ひびを設置し、このひびから随時ノリ葉体を採集し、ノリ葉体上に生じた病徴について観察し、また同時に生育環境を観測して発病と環境条件との関連を究明することにつとめてきたが、その結果、病徴および発生機序などの相違から、新たな病名を付して分けるのが適当と考えられる病徴を観察し得たので、ここに昭和43年漁期の観察結果を主として、これらの病気について報告する。

本文に入るに先立ち、種々懇切な助言を賜わりご指導を頂いた前東海区水研須藤俊造増殖部長ならびに東京大学農学部新崎盛敏教授、広島大学水畜産学部藤山虎也教授に厚く御礼申し上げる。

I. 緑 斑 病 (新 称)

この病気は1968年に広島湾奥部の広島市井ノ口町地先の漁場 (Fig. 1) から得たノリ葉体で初めて従来から「穴ぐされ病」と称されていた病気⁶⁾⁸⁾から分離して確認された⁷⁾。その後も有明海、瀬戸内海の各地のノリ漁場で多少はあれ、毎年見られた。またノリ漁期中を通じてみられるが、ひどく起きるのは西日本では11月～12月のことが多く、水温が高い時、特に降雨後とか摘採後に甚だしく生ずる。また病気を生ずるのは幼葉ないし成葉に多く、ごく小さな幼葉では少ない。

肉眼的病徴：発病の初期には主に葉体の上部に直径1 mm位の赤さび色ないし淡紅色の小斑として認められる。この小斑は半球状に葉体面に膨隆しており、脆弱で容易に崩壊し、その後は緑色の小斑となる。葉体の内部に生じた病斑は病勢が進むと鮮緑色の円斑となるが、さらに進行すると病変部の周囲は1～数mm位の幅で鮮緑色を呈し、内部は白色となる。葉体の縁辺部に生じたときには病変部は半円形となり、多数を生じたときは互いに連らなり、葉体の外縁が白く、その内側が鮮緑色にふちどられる。病変部は海が静穏なときなどは比較的長く保たれ、また鮮緑色も長く保たれ、健全部と病変部とはかなりはっきりと区別することができる。病変部が流失したときは、葉体の内部では孔があき、縁辺部の場合は葉体が小さくなるようになる (PLATE I—2)。

顕微鏡的病徴：発病初期の赤さび色ないし淡紅色の小斑を生じた段階では、この部分では葉体表面が半球状の小水胞状となっており、内部の数個の細胞が収縮、凝集し、原形質膜と細胞壁の間が拡がり、ここに淡赤色の水液様物質がみられ、この液の中に多数の細菌が認められる。小水胞状部ではすぐに細胞壁表面が破れて水液様物質は流失する。小水胞状部がこわれた後には内部の細胞は緑色となっており、これら凝集した細胞群に接する周囲の細胞は膨潤しており、内部構造は失なれつつあり、いわゆる解膠現象 (原形質のゾル

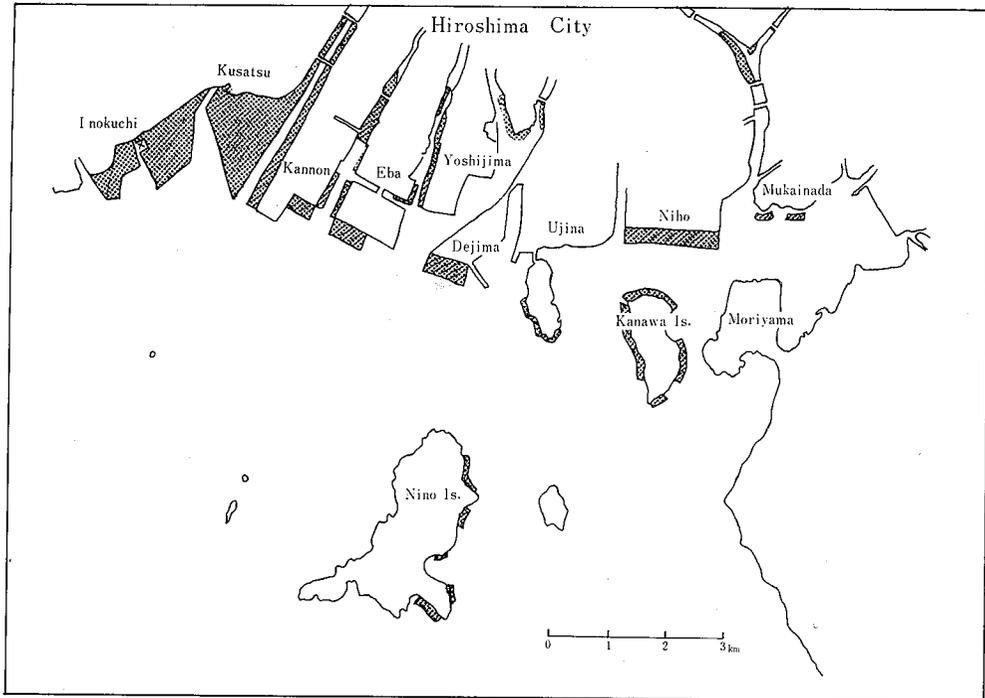


Fig. 1 The map of Nori (*Porphyra*) culture fields in Hiroshima Bay and survey station.
X : survey station.

性が失われ、外見上液胞が区別しにくくなり、小顆粒が見られる現象)を起している (PLATE I-1)。

症状が進むと、膨潤した細胞は原形質を吐出して、しばしば凝集した細胞に連らなる。さらに外周の細胞も膨潤し、原形質を吐出し、しばしば内部の細胞への連絡をくりかえす。原形質吐出をした細胞は収縮し、色素体構造を失ない、一様な赤紫色となり、さらに緑色となる (PLATE I-3)。一般に進行した病変部では、中央に無色となった凝集死細胞群 (葉縁部のときは早く流失するため認められないことも多い)、次に緑色の死細胞群 (多くの場合放射状に連らなる) その外周部に赤紫色の収縮した細胞が2~3細胞層の輪状にあり、さらに外縁には膨潤して内部構造を失なった細胞が数箇の細胞の層をなしている。また緑色の細胞群の外縁部が橙色または淡桃色に認められることもある。緑色および赤紫色の細胞部には表面および細胞の間隙に多数の細菌が認められる (PLATE I-3~6)。また緑色部と赤紫色部との境界辺には糸状細菌 *Leucothrix mucor* の繁殖が認められることもある (PLATE I-6)。

発病機序についての考察

1) 発病

この病気の発病機序を昭和43年度の観察、観測結果および2, 3の室内実験の結果から考察する。同年度の広島市井の口町地先の試験漁場における「緑斑病」の発生状況および環境観測結果は Fig. 2 に示すごとくである。まず発病初期およびその後も病変部の中央部に数箇の凝集した細胞群がみられることから、既に野沢ら⁶⁾が「穴ぐされ病」について報告したごとく、ノリ葉体に何らかの物理的あるいは化学的 (非生物的) 刺戟が加えられたことが考えられる。同年度では11月13, 14日の低鹹 (試験漁場は降雨のあった数日後に低鹹になることが多い) とその後数日間わたる水温上昇がみられ、発病を初めて認めたのが11月16日であった。これから低鹹が一つの刺戟となり、低鹹と水温の上昇とによって葉体表面の細菌繁殖が盛んにな

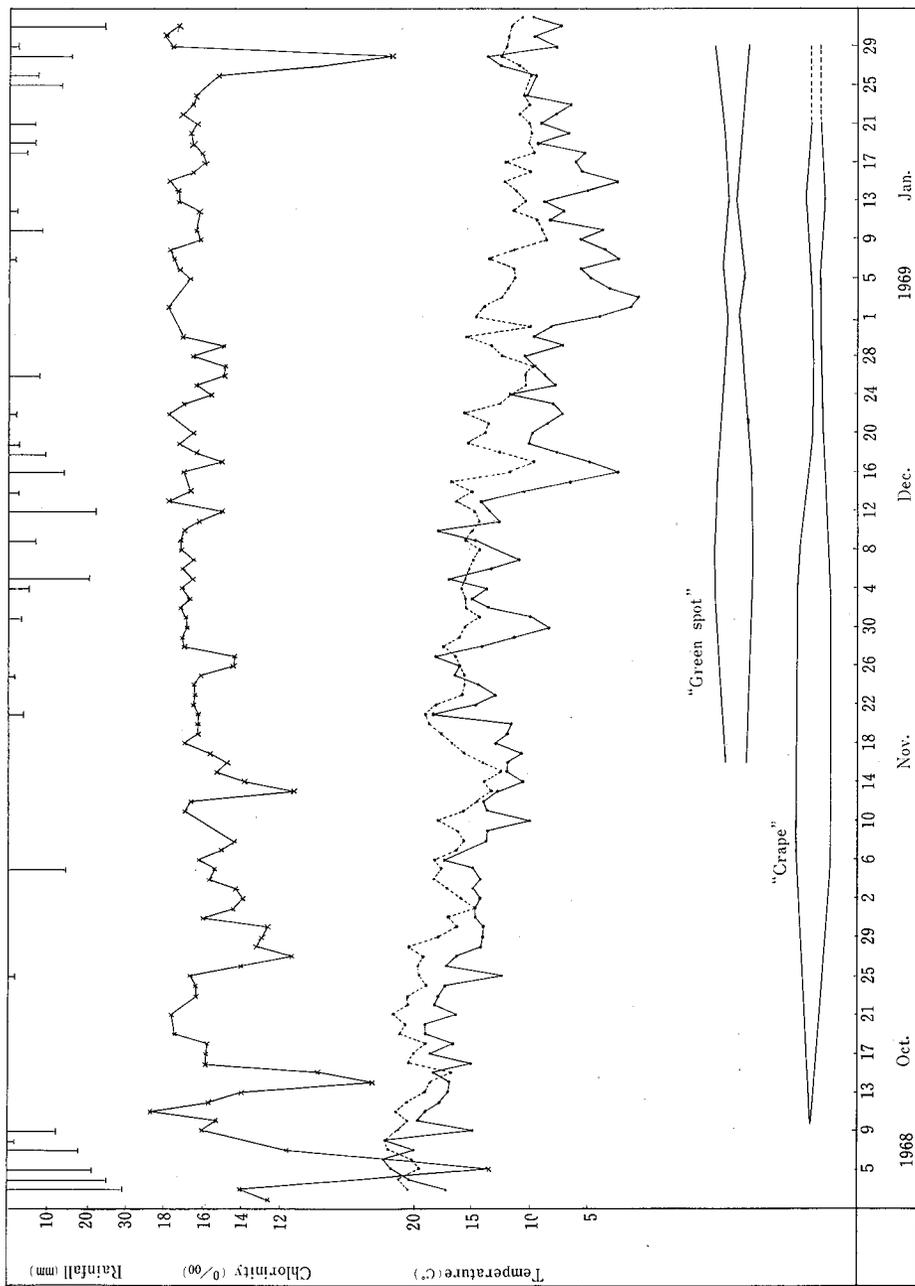


Fig. 2 Daily changes of some environmental factors and appearances of "Green spot" and "Grape" at survey station in Hiroshima Bay. (1968~69)
 water temp. (at 9:00 A.M.)
 — air temp. (at 9:00 A.M.)

り、病徴の項で述べたごとく、膨潤した細胞壁表面はこわれ易く、ここから細菌が侵入し、細胞壁内あるいは細胞壁と原形質膜との間の水液様物質内で細菌の繁殖があり、この影響によって病症がはじまると考えられる。

2) 病変の進行

刺戟によって収縮、凝集した細胞群の周辺の細胞は、それら細胞の変性に影響され、膨潤し、解膠現象を起し、それとともに細胞壁にも変化を生じ、原形質が隣接する空虚の細胞内に流入する、次にそのさらに外部に接した健全細胞はその内側の細胞の上記のような変化の影響で膨潤を始める。また収縮した細胞は何らかの変化によってその内容を細胞壁内もしくは細胞壁と原形質膜との間に溶出する。そしてここに細菌が繁殖する。その後は内部の細胞の変化と細菌の繁殖によって外側の細胞が影響され、上記の変化を繰返すことによって病斑が拡大すると考えられる。細菌の繁殖が健全細胞に与える影響については不明であるが、原形質膜の浸透性に変化を与えるものと思われる。また病変部には多種の細菌が存在するが、病変の進行を助長すると思われる細菌が単一種であるか数種の細菌の総合的影響であるかは明らかでない。

3) 発病および病変進行の条件

同じ容器内に病葉と初期症状をもたない健全葉体とを培養しても健全葉体には発病は認められず、発病のためには刺戟による細胞群の収縮、凝集が第一条件と考えられた。また発病初期の病葉を実験室内で、Cl 17~19%、水温約18°Cで培養すると急速に病斑が拡大し、特に病変の進行には低鹹は必須条件ではないとみられた。

「穴ぐされ病」との関係についての考察

「穴ぐされ病」という病名は須藤ら¹⁾が1951年に千葉県浦安に、1952年に東京湾羽田浦漁場に発生した病害に対して1954年に新たに名付けたものであるが、その原因は変形菌の寄生によるものではないかと考えた。その後野沢ら²⁾は1952年に東京湾羽田浦漁場で発生した類似の病害に対して同じ「穴ぐされ病」のもとで1957年に病徴を記載し、これはノリの細胞が物理的または化学的刺戟と低塩分海水とによって変形した非寄生性病であるとした。また秋山³⁾は1958~1960年に松島湾で発生した病傷害の報告の中で「穴ぐされ」とは別に「緑ぐされ」として須藤らが「穴ぐされ病」として報告した病徴に類似した病徴を報じている。須藤らおよび野沢らが同じ「穴ぐされ病」として記載した病徴についてみると、ノリの細胞が変形してつらなることや病斑の縁辺部が緑色になるなどの類似点もある。しかし須藤らによれば病変部は鮮緑色の円斑として認められ、後に緑色にふちどられた円い孔（ノリの周辺から始まった場合には半円形にえぐられた形）になるとのみされているが、野沢らによれば発病初期から葉体に多数の小さな穴があき、病状が進行すると患部が互いに連絡してぼろぼろにくずれ落ちるとされている点での違いがみられる。また発生原因について、発生と環境条件の関係については降雨後に発生が多く、河川からの土砂の流入と関係があるらしいとする点は一致しているが、病因については野沢らは明確に非生物性病因とし、須藤らははっきりしないが生物性病因を考えている点で異なっている。

筆者らが新たに「緑斑病」と名付けたいとする病害は病徴としてはむしろ須藤らが「穴ぐされ病」として、また秋山らが「緑ぐされ」として記載したものに近いが、病因としては、変形菌類似の生物の細胞内の寄生は認められない。また野沢らが「穴ぐされ」の病因として報告したものは、①原形質連絡はするが、隣接する収縮、変形した細胞の接触刺戟により健全細胞が変化して病斑が広がるのではなく、病変部の外周の細胞が膨潤、解膠、収縮変形して、内部の病変細胞と連絡する。②高鹹（Cl 16~18%）でも発病した病斑は拡大する。③細菌の存在が病状の進行を助長し、おそらく発病にも関係をもつと考えられるなどの諸点が異なる。

従って著者らは「緑斑病」はCl 14%以下のような低鹹でしか起き得ない「穴ぐされ病」が高鹹でも細菌の存在の下で起きた症例と考えるが、「穴ぐされ病」なる病名は野沢ら²⁾が記載した病因による病害に付せられるのが、病徴からみてより適切であり、ここに報告した病徴および発病機序をもつ病害は新たに「緑斑病」と名付けるのがよいと考える。

Ⅱ ち り め ん 症

この病気は以前から発生していたとみられるが、1967年の有明海を中心に発生したいわゆる「白ぐされ」の場合に特に多く観察された。引続いて1968年に西日本各地の漁場で多発し、その際広島湾奥部の広島市井の口町地先の漁場から得た病葉についての研究で従来から「癌腫病」と称されていた病気から初めて分離して確認された⁷⁾。その後も各地のノリ漁場で年毎に多少の差はあれ、毎年見られる。そしてノリ漁期中を通じてみられるが、ひどく起きるのは西日本では10月中旬～11月のことが多い。

肉眼的病徴：幼葉あるいは成葉の葉体面にごく細かい斑状あるいは山脈状の凹凸した部分が生ずる。症状がはげしい場合には病変部は細かいちりめん状のしわ状となり、黒味をおび、光沢を失なうことがみられる(PLATE Ⅱ-2)。1～5 mm位の幼芽では肉眼的なしわとして認められることは少ない。さらに小さな幼芽に生じた場合には葉体が生長したとき、病変部をもととして振れたようになる。

顕微鏡的病徴：発病初期には1細胞あるいは数箇の細胞からなる不定形細胞群が2層になって隆起しているのが認められる。それらの細胞はこの時点においてもまたその後も外部形状および細胞内部の形状ともに正常な体細胞と全くかわらない(Fig. 3, A 1-2, B 1-3, PLATE Ⅱ-1)。病状が進むと3～4層に多層化した部分が拡大し、斑状、馬蹄形、円卓状、山脈状、雪庇状になり、馬蹄形の場合には周囲は凸出し、中央部は陥没している(Fig. 3, B 4)。病変部の表面および横断面でみると、病変部の細胞群は健全部のそれらと分裂面の方向を異にはするが一つの細胞を中心として放射状になるとか無秩序に配列して多層の瘤状になるほどの分裂面の異常はみられない(Fig. 3 A,B)。

幼芽では病変部は外縁部に多いが、そこでは多くの場合死細胞を含みその上下の細胞群が正常な方向とは異なった方向での分裂を起して多層化しているのが認められる。

発生機序についての考察

この病気の発生機序を昭和43年度の観察および観測結果から考察する。同年度の広島市井ノ口町地先の試験場における「ちりめん症」の発生状況および環境観測結果は Fig. 2 に、また試験漁場の位置は Fig. 1 に示したごとくであるが、藤山⁴⁾⁵⁾、および新崎¹⁾、が「癌腫病」の発病原因としている都市、工場廃水については、試験漁場近傍に特殊あるいは大量の廃水はなく、また42、43年度とも西日本方面において、特定漁場にのみ本症が発生したわけではなく、広い地域で時期をほぼ一にして本症が発生していること⁷⁾から考えても、都市、工場廃水が発病の主原因とは考え難い。また上述のような発生状況からすれば、気象、海況の変化の影響も推定されるが、これらが主病因とも断定し難い。つまるところ、後述するごとく、「癌腫病」との症状の相違から考えても、都市あるいは工場廃水などの化学的原因以外のなんらかの要因(おそらく気象、海況の変化の影響と推察されるが)と、ノリの葉体が一層の細胞層からなり、また個々の細胞がある程度の独立性をもち、かつそれぞれ分裂増殖することができるというノリの特性とがあいまって、細胞の分裂面の異常を生じはじめ、まず細胞が多層化したようになり、それが連続して起ることや一時的に生ずることによって、斑状、馬蹄状、円卓状、山脈状、雪庇状などに発達するものと考えられる。

癌腫病との関係についての考察

「癌腫病」なる病名は藤山³⁾⁴⁾⁵⁾が名古屋港内および福山港外のノリ漁場に1950～1953年に発生した葉体にちりめん様の縮みを生じた病害に対して1953年に新たに名付けたもので、発病には工場廃水との関連が強く、局地性があること、病葉体の組織は、分布不均一な異常増殖組織であり、病患部の細胞は球形の巨大細胞で液胞部の増大がみられること、クロマチン数が増加し、多核がみられ、また葉体DNA量の増加があることが報告されている。その後新崎¹⁾は1959年度に東京湾奥に多発した症状に同じ「癌腫病」なる病名を付して報告した。新崎¹⁾はその症状には、表面観で斑状、アバタ状、山脈状など種々あって一様でなく、横断面観でa)細胞に無方向性の分裂増殖が起って多層の瘤状に隆起している場合と、b)一部の細胞間に不均等の分裂が起って起伏、波状になっている場合があり、これらができる初期の段階に1)巨大細胞が起原になる場合と2)外見上には変形が起きていない細胞に異常な分裂が起る場合があるとし、さらに巨大化とともに

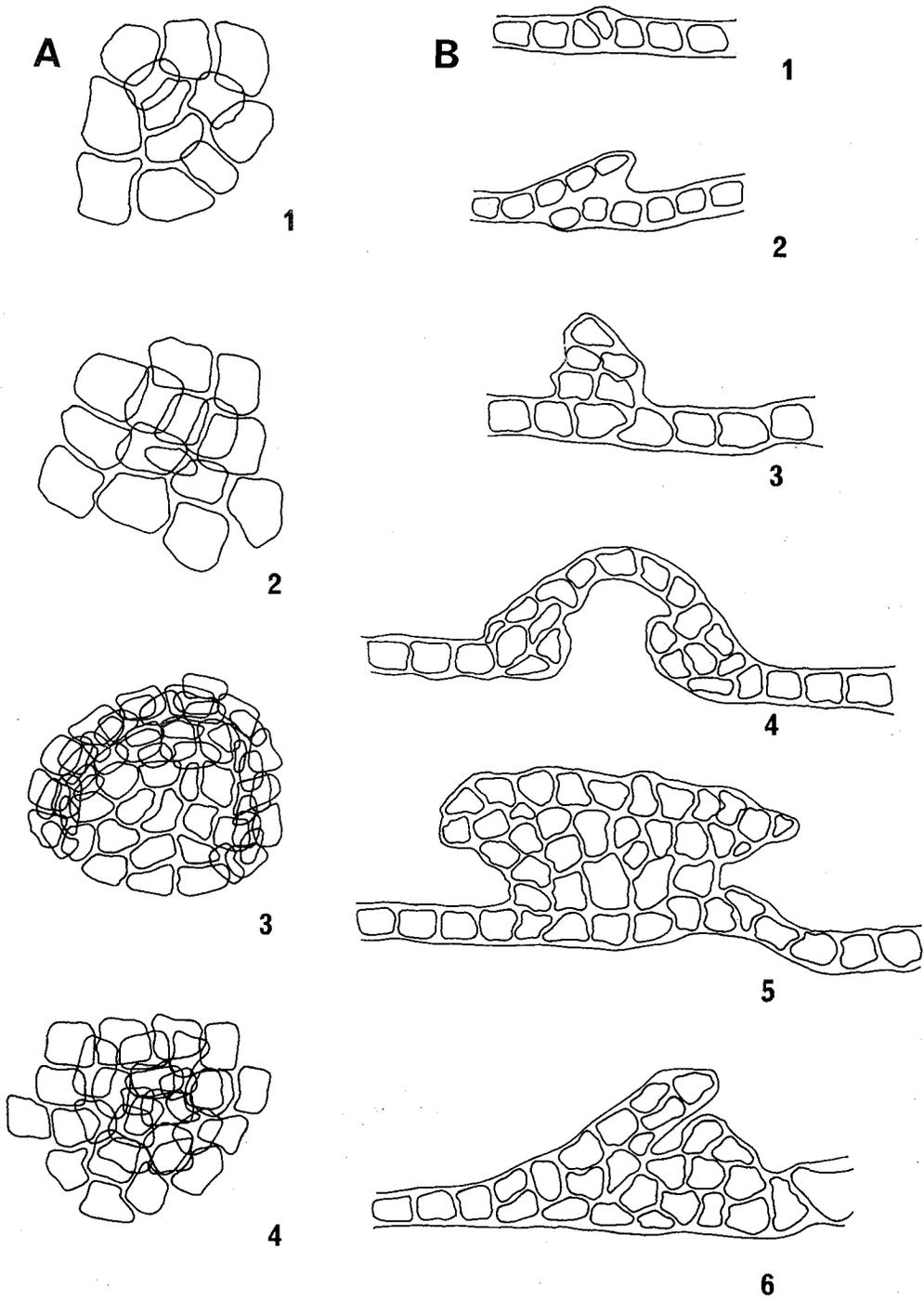


Fig. 3 Process of "Crape".

A. The microscopic views of surface. 1-2 : early stage, 3-4 : serious stage.

B. The microscopic views of cross section. 1-3 : early stage, 4-6 : serious stage.

に色素体が変形、変色したのみで腫瘍にならない場合も「癌腫病」の一種としてよいとした。また発病原因としては暖冬、高水温持続などの物理的環境の異常もあろうが、より以上に化学的環境要因の異常が強く影響すると考えられるとし、また壺状菌 (*Olpidiopsis sp.*) の寄生との関連についても報告している。

筆者らが新たに「ちりめん症」と名付けたい病害は、病徴としては新崎らが「癌腫病」として報告している症状のうちb)および2)としている症状に類似しているが、本症は藤山が「癌腫病」と名付けた病気とは、①病変部の細胞分裂は分裂面の異常はあっても無方向性の分裂増殖による癌腫を形成しない、②病変部細胞には巨大化、液胞増大などの異常はみられない、③発病に局地性がなく、広範囲の地域で一斉に発生するなどの相違がある。本症については、細胞学、細胞化学的研究が行なわれていないので、Feulgen 反応染色性、クロマチン数、核数およびDNA量についての相異の有無は明らかにされていない。しかし少なくとも病徴および発生状況からすれば、「癌腫病」とは区別すべきものと考えられる。また発病原因については藤山は工場廃水などの化学的要因の異常との関連をあげており、新崎も本症と類似の症状も含めて同じように化学的要因の異常の影響をあげているが、本症のみをとりあげてみれば既述のごとく工場廃水などによる化学的要因の影響は本症の主要原因とは考え難い。

従って筆者らは藤山が報告した工場廃水などによる化学的要因の異常によって発生し、かつ単一病徴をもつ病気を「癌腫病」と呼ぶべきであり、ここに報告した病徴および発病機序をもつ病気は新たに、「ちりめん症」と名付けるのがよいと考える。

要 約

広島湾奥部漁場に設置した試験ひびに生育したノリ葉体の観察結果から新しい病名を付して区分すべき次の2つの病気を認めた。

I. 「緑斑病」

1) 幼葉、成葉において、主に葉体上部でその初期には赤さび色ないし淡紅色の小斑を生じ、症状が進行したときは、縁辺部では半円形の内部では円形の鮮緑色の病変部を生ずる病気である。

2) 本病は何らかの刺戟により数箇の細胞が収縮、凝集し、その影響およびそれらの細胞の周囲における細菌の繁殖の影響によって、これら収縮、凝集した細胞群の周囲の細胞が膨潤し、次いで原形質を吐出して収縮し、しばしば原形質が内部の細胞に連絡し、細胞内容が赤紫色について緑色となることによって発病し、またこの現象のくり返しによって進行する。

3) 本病はCl 14%以上の高鹹でも進行する。

4) 「穴ぐされ病」という病名は、野沢らの報告による病徴をあらわし、低鹹において発生する病気に付せられるのが症状からいって適切であり、1)~3)に示す特徴をもつ病気は新たに「緑斑病」と称するのが適当と考える。

II. 「ちりめん症」

1) 形態的には正常に近い細胞が部分的にその配列に異常をきたし、幼芽では斑状の多層部を、幼葉、成葉ではごく細かい選状あるいは山脈状の凸凹した部分を生ずる病気である。

2) 本病は何らかの原因によって細胞の分裂面の角度が異常となり、まず一部の細胞群が多層状となり、この現象が連続して起ることやいくつかの分裂面で生ずること、あるいは部分的や一時的に起ることによって、斑状、馬蹄状、山脈状、雪庇状などに細胞の配列の異常部分を生ずる。

3) 本病の発病は広域的で、工場廃水などの影響域というような局地性がなく、工場廃水などの影響が主要原因とは考え難い。

4) 「癌腫病」という病名は藤山の報告による病徴をもち、工場廃水などによる化学的環境の異常によって発生する病気に付せられるのが適切であり、1)~3)に示す特徴をもつ病気は新たに「ちりめん症」と称するのが適当と考える。

文 献

- 1) 新崎盛敏・井上晃男・河内康伸, 1960: ノリの病害, 特に1959年漁期東京湾奥部でみられた癌腫病・壺状菌病について, 日水会誌, 26 (11), 1074~1081
- 2) 秋山和夫, 1951: 海苔について, 松島湾に於ける海苔病害防除に関する調査研究 (東北地区海苔病害防除対策協議会), 1~12
- 3) 藤山虎也, 1953: アサクサノリの癌腫に関する研究 (1), 昭和28年度日水会秋季大会口頭発表
- 4) ____, 1957: アサクサノリ癌腫病の細胞化学的研究, 水産学集成 (東大出版会), 829~840
- 5) ____, 1957: ノリの癌腫病, 水産増殖 4 (4), 69~73
- 6) 野沢冷治・野沢ユリ子, 1957: 海藻の原形質に関する研究~II, アサクサノリの「アナグサレ病」について, 日水会誌 22 (11), 694~700
- 7) 斎藤雄之助・松里寿彦・船江克美・吉川浩二, 1969: ノリの病害防除に関する研究, 昭和43年度水産増養殖研究報告 (水産庁調査研究部), 108~122
- 8) 須藤俊造・梅林脩, 1954: アサクサノリの「アナグサレ病」(新称) について, 日水会誌, 19 (12), 1179~1178

Explanation of the plates

PLATE I. "Green spot"

- Fig. 1. Initial stage of the disease.
- Fig. 2. Frond of *Porphyra* affected by the disease.
- Fig. 3. Affected part in early stage.
- Fig. 4. Affected part in serious stage.
- Fig. 5. Border part of spot in serious stage.
- Fig. 6. Some bacteria and *Leucothrix mucor* attached along the edge of affected part.

PLATE II. "Crape"

- Fig. 1. Initial stage of the disease.
- Fig. 2. Frond of *Porphyra* affected by the disease.
- Fig. 3-6. Various types of bumps on the fronds.

PLATE I "Green spot"

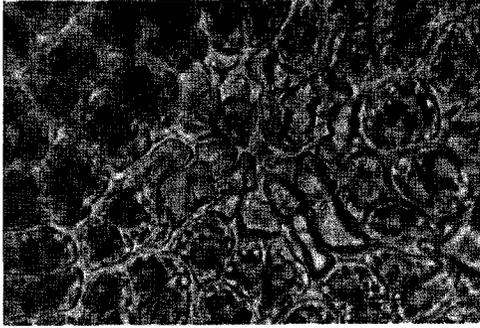


Fig. 1.

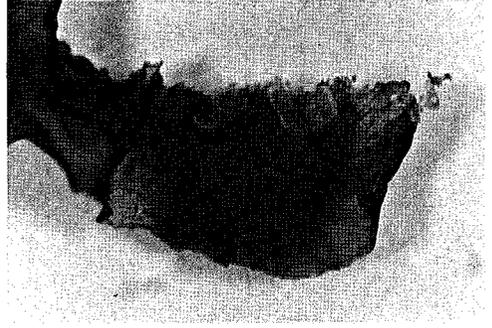


Fig. 2.

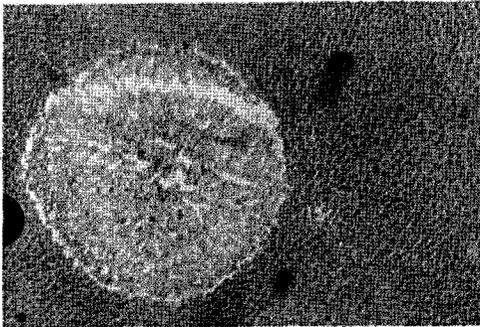


Fig. 3.

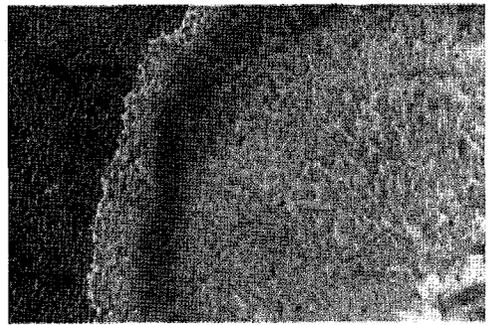


Fig. 4.

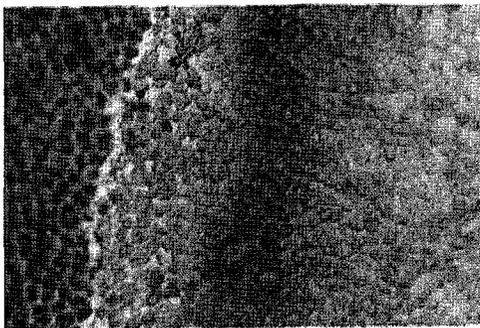


Fig. 5.

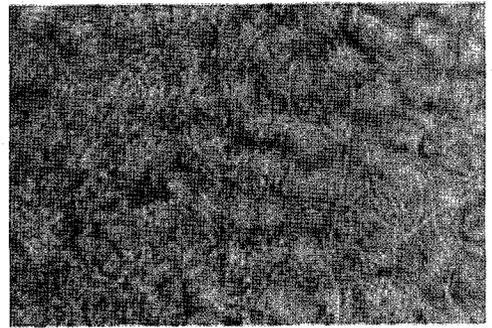


Fig. 6.

PLATE II "Crape"

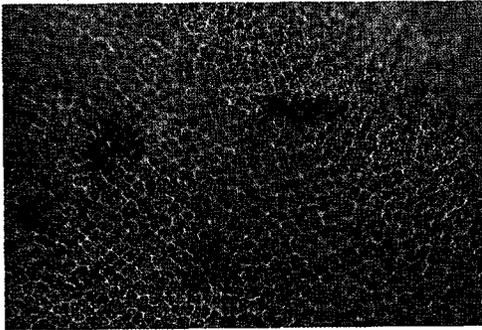


Fig. 1

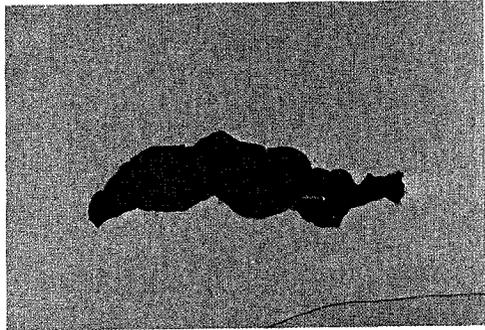


Fig. 2.

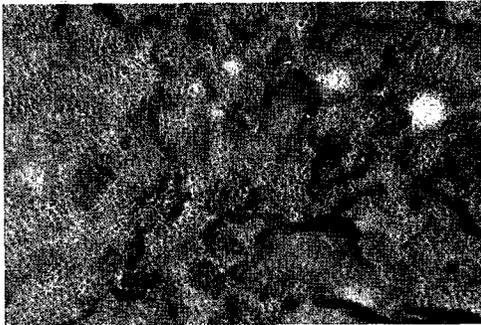


Fig. 3.

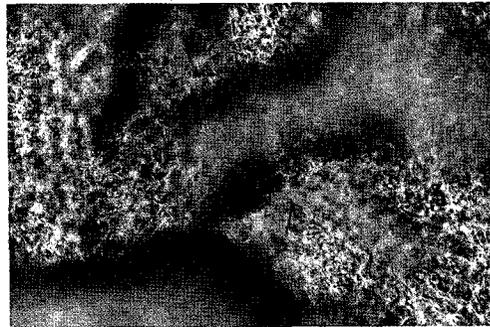


Fig. 4.

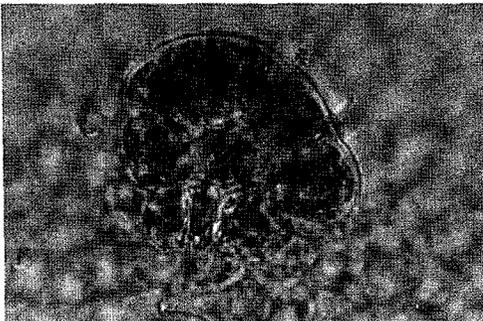


Fig. 5.

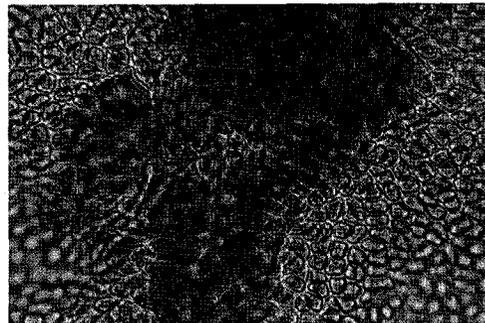


Fig. 6.