

佐賀大学農学部彙報

第 54 号

目 次

タマネギ鱗茎の腐敗に關与する <i>Aspergillus niger</i> の走査電子顕微鏡による觀察	田中 欽二・野中 福次	1
海象観測システムによる有明海の海象気象の解析 IV. 浅海域の水温特性について.....	渡辺 潔・藤本 昌宣	7
リモートセンシングによる有明海沿岸の情報処理に關する研究 II. 有明海湾奥部の干潟画像について.....	渡辺 潔・中島 明	17
締固め壤土の力学的特性.....	藤本 昌宣	35

佐賀大学農学部

昭和 58 年 3 月

佐賀大学農学部彙報

第 54 号

目 次

タマネギ鱗茎の腐敗に関与する <i>Aspergillus niger</i> の走査電子顕微鏡による観察	田中 欽二・野中 福次	1
海象観測システムによる有明海の海象気象の解析 IV. 浅海域の水温特性について.....	渡辺 潔・藤本 昌宣	7
リモートセンシングによる有明海沿岸の情報処理に関する研究 II. 有明海湾奥部の干潟画像について.....	渡辺 潔・中島 明	17
締固め壤土の力学的特性.....	藤本 昌宣	35

佐賀大学農学部

昭和 58 年 3 月

BULLETIN OF THE FACULTY OF AGRICULTURE

SAGA UNIVERSITY

No. 54

March, 1983

Contents

Observation with scanning electronmicroscope of <i>Aspergillus niger</i> , causal fungus of rot of onion bulb	Kinji TANAKA and Fukuji NONAKA	1
Analysis of Oceanic and Meteorological Phenomena in the Ariake Sea by Observation System of the Ocean IV. On the water temperature in the shallow area	Kiyoshi WATANABE and Masanobu FUJIMOTO	7
Studies on the Data Reduction of the Coast of the Ariake Sea by the Remote Sensing II. On the image of the tidal land on the inner part of the Ariake Sea.	Kiyoshi WATANABE and Akira NAKAJIMA	17
On the Mechanical Characteristics of Compacted Loam Soils	Masanobu FUJIMOTO	35

FACULTY OF AGRICULTURE
SAGA UNIVERSITY
SAGA, JAPAN

タマネギ鱗茎の腐敗に關与する *Aspergillus niger* の走査電子顕微鏡による觀察

田 中 欽 二・野 中 福 次

(植物病理学教室)

昭和57年10月22日 受理

Observation with scanning electronmicroscope of *Aspergillus niger*, causal fungus of rot of onion bulb

Kinji TANAKA and Fukuji NONAKA

(Laboratory of Plant Pathology)

Received October 22, 1982

Summary

Aspergillus sp. isolated from the rotted onion bulbs was identified by morphological characteristics of its fruit bodies observed with optical and electron microscopes. Mycelial mat, vesicle and second phialide of the fungus were formed on 24, 48 and 62 hr after inoculation of conidiospores on Czapek agar media at 25 C, respectively. Conidial head having vesicle, phialide and conidia was globose, black in color and 325–720 μm in diameter. Vesicle formed on the tip of conidiophore of 1.25–2.75 mm in height was globose and 45.0–52.5 μm in size. Sterigma was 10–12 μm in length and 3.0–3.5 μm in width. Conidia were globose and 3.5–5.0 μm in size, and the prominent ridges such as in sugar plum were observed on their surface. From the results mentioned above, the isolated fungus, *Aspergillus* sp., was identified with *Aspergillus niger* van Tieghem.

緒 言

佐賀県下のタマネギ栽培地帯では夏期つり玉としてタマネギの貯蔵が行われるが、この期間に肌腐れ、芯腐れ、肩腐れおよび尻腐れなどを起して、鱗茎が腐敗し、大きな被害をもたらしている^{3,5)}。著者らは鱗茎の腐敗機構の研究^{4,5)}を行ってきたが、本報告はこの腐敗に關与する病原菌について検討したものである。すなわち、タマネギの腐敗球から分離される *Aspergillus* sp. の子実体の外部形態を光学顕微鏡および走査電子顕微鏡により觀察し、これをタマネギの黒かび病菌 *Aspergillus niger* van Tieghem と比較して、種の同定を行った。本試験を行うに当たり、*A. niger* の基準菌株の分譲をうけた財団法人発酵研究所横山竜夫博士に厚く感謝申しあげる次第である。

材料および方法

1. タマネギ鱗茎腐敗の実態と病徴：収穫後のタマネギ鱗茎の腐敗は、6月下旬から9月にかけて長期間小屋づりとして貯蔵中に発生し、現地では肌腐れ、芯腐れ、肩腐れなどと呼ばれてきた。肌腐れの病徴は外側の鱗片の外側上部に境界不鮮明な水浸状病斑が出来て、これが次第に拡

大し、軟腐状となった後崩壊して、この部位に多数の黒色胞子を形成し、商品価値をそこなう。芯腐れは最初タマネギ鱗茎の頸部に接した鱗片の先端の空隙に黒色胞子がみられ、その後、この部分が水浸状となり、次第に球心に向かって進展し、淡黄色重粘な膿状物を生じ、外側の数鱗片と芯部生長点附近を残して崩壊消失する (Fig. 1-1)。肩腐れは鱗茎の肩の部分の鱗片先端から腐敗が始まり、この部分が崩壊消失する (Fig. 1-2)。

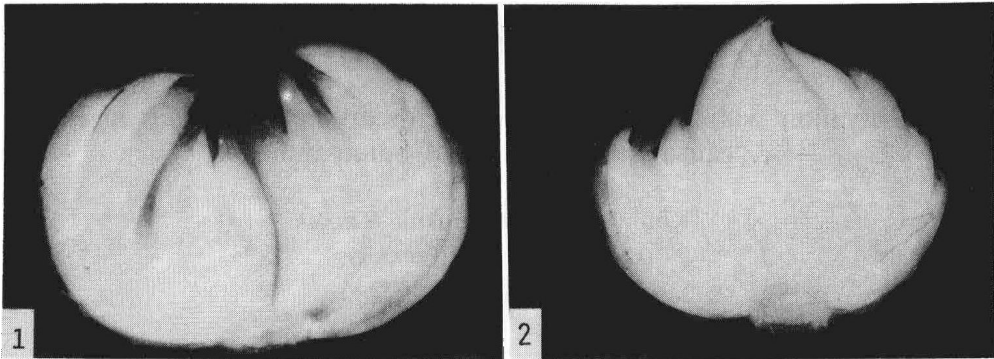


Fig. 1. Onion bulb rot caused by *Aspergillus niger*.

- 1. Shingusare (Rot of the core part of onion scale)
- 2. Katagusare (Rot of the shoulder part of onion scale)

2. Czapek 寒天培地上に形成される子実体の形態比較：佐賀大学農学部ほ場に栽培したタマネギの腐敗球から菌の分離を行い、得られた *Aspergillus sp.* (A-1 菌株) を Czapek 寒天培地に 25℃ で培養し、10日後に形成された子実体の各器官について、その大きさを光学顕微鏡で計測し、基準菌 *Aspergillus niger* (A-6-1-1) と比較した。

3. 走査電子顕微鏡による形態観察：Czapek 寒天培地に A-1 菌株の胞子を移植して培養し、経時的に、形成された子実体の各器官を培地とともに切り取り、2.5%グルタルアルデヒドで24時間固定し、その後リン酸緩衝液で3回洗滌、次いで1%オスミウム酸溶液で12時間固定した。固定した試料をリン酸緩衝液で再度洗滌し、エタノール系列で脱水し、その試料を酢酸イソアミルで置換した後、臨界点乾燥を行った。乾燥後の資料に金蒸着を行い、走査電子顕微鏡（日本電子製 F-15）で観察した。

結 果

1. 培地上に形成された子実体の形態

Table 1. Morphological comparison on fruit bodies of *Aspergillus niger*

Size of organ	Isolate		
	Thom and Fennell ⁶⁾	A-6-1-1	A-1
Conidium	4.0-5.0 μm	4.0-5.5 μm	3.5-5.0 μm
Conidial head	700-800 μm	390-700 μm	325-720 μm
Conidiophore (Diameter)	1.5-3.0 mm (15-20 μm)	1.0-2.3 mm (10-15 μm)	1.25-2.75 mm (12-15 μm)
Vesicle	45-75 μm	35-45 μm	45-52 μm
Phialide	7-10 $\times$ 3.0-3.5 μm	9-11 $\times$ 3.0-3.5 μm	10-12 $\times$ 3.0-3.5 μm

分離した *Aspergillus* sp. (A-1 菌株) の子実体の大きさを Thom and Fennell⁶⁾ の觀察結果および基準菌 (A-6-1-1) と対比して示したものが Table 1 である。その結果、本菌は頂のうの大きさにいくらか小さい傾向がみられた以外は、いずれの器官も Thom and Fennell⁶⁾ の報告および基準菌とほとんど一致した。

2. 走査電子顕微鏡による子実体形成過程の觀察

Czapek 寒天培地上での本菌の菌そうの伸長と子実体の形成時間を示したものが Fig. 2 である。24時間後からコロニーの形成がみられ、48時間で頂のうの形成が始まり、62時間後には孢子

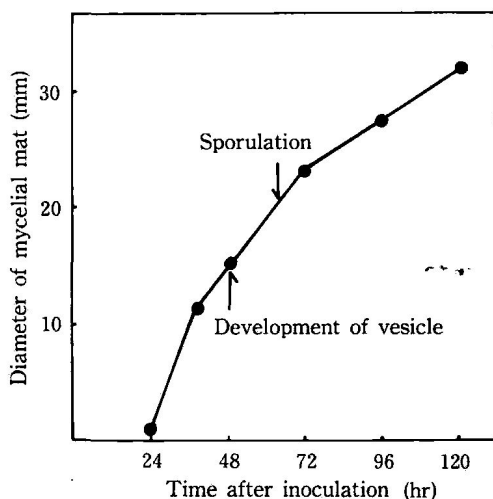


Fig. 2. Mycelial growth and fruit bodies development of *Aspergillus niger* cultured on Czapek agar medium.

の形成が觀察された。10日目には Fig. 3 に示すように、培養菌はリング状の黒粉状菌そうを呈し、その直径は 55 mm に達した。子実体の形成過程を走査電子顕微鏡で觀察した結果は Fig. 4 に示す通りである。頂のうは球形で、直径約 $10\mu\text{m}$ の分生子柄の先端が肥大し、その大きさは $45\sim 52\mu\text{m}$ (Fig. 4-1) であった。頂のうの表面に第 1 梗子が密生し (Fig. 4-2)、次いでその上に第 2 梗子を形成 (Fig. 4-3)、さらにその上に、2~3 個のコンペイトウ状の分生胞子を連生した (Fig.

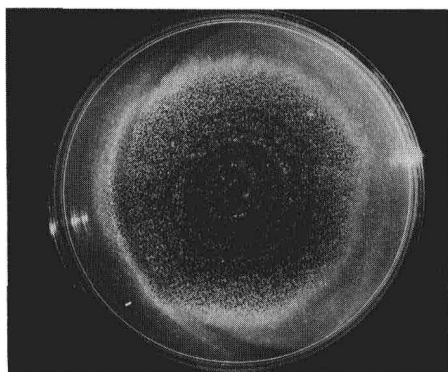


Fig. 3. Mycelial mat of *Aspergillus niger* cultured on Czapek agar medium 14 days after inoculation at 25°C .

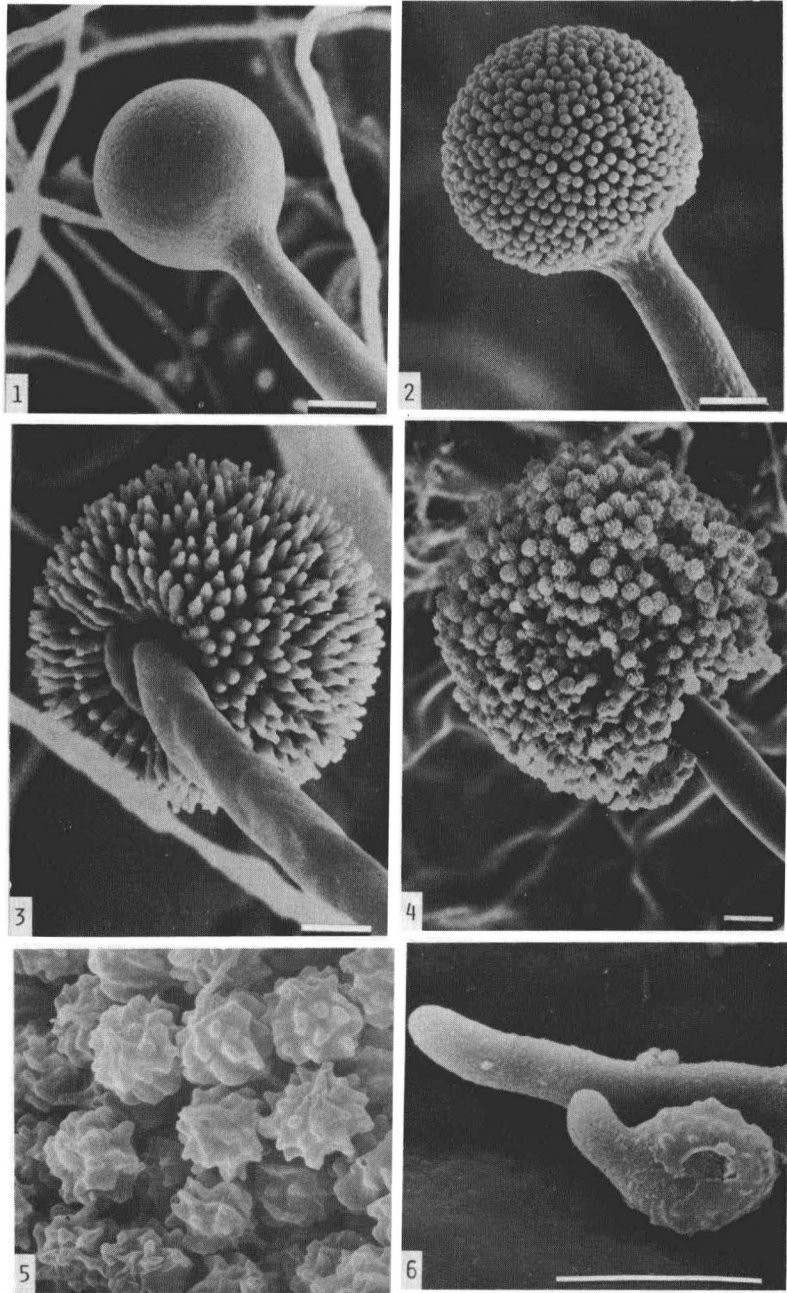


Fig. 4. Scanning electron micrographs of fruit bodies of *Aspergillus niger*.

1. Vesicle, 2. Conidiogenous cell initiation, 3. Phialide and emergence of conidia through ruptured phialide apex, 4. Typical, dense clusters of phialides and conidia, 5. Conidia, 6. Conidia germination. (Bar represents 10 μm)

4-4). これらの器官をすべて包含した分生子頭は黒色、球状で、その大きさは $325\sim720\mu\text{m}$ であった。胞子の大きさは $4.2\sim5.0\mu\text{m}$ であった (Fig. 4-5). 胞子は吸水すると膨潤状となり、約2倍に肥大して発芽が始まった。吸水後6~7時間で外膜が破れて発芽管が現れ、その伸長するのが觀察された (Fig. 4-6). 光学顕微鏡および電子顕微鏡による觀察の結果を総合して、子実体を模式図で示したものが Fig. 5 である。

考 察

タマネギ鱗茎の腐敗部から分離される *Aspergillus* sp. の子実体の形態を光学顕微鏡で計測し、さらに、その微細構造を走査電子顕微鏡により觀察して、種の同定を行った。 *Aspergillus niger* の分生胞子の大きさについては、遠藤¹⁾ は醤油寒天培地で培養した場合には $3.78\sim4.41\mu\text{m}$ と記載し、Thom and Fennell⁶⁾ は Czapek 寒天培地で培養した場合には $4.0\sim5.0\mu\text{m}$ で、頂のうの大きさは $45\sim75\mu\text{m}$ であり、その上に第1、第2梗子を形成すると記載している。本実験での計測結果をこれらの報告と比較すると、胞子の大きさが遠藤¹⁾ の記載とは胞子の大きさ、梗子の数で一致し、頂のうの大きさにいくらか差がみられた。以上のようにタマネギから分離した本菌の形態と先に報告したタマネギに対する病原性^{3,4)} から、本菌は1929年に Machacek²⁾ が報告した *Aspergillus niger* van Tieghem と同一菌であると同定した。 *A. niger* の分生胞子と頂のうの微細構造についての報告⁶⁾ はあるが、経時的に子実体の微細構造を觀察した報告はみあたらない。本菌の子実体の形成過程を走査電子顕微鏡で觀察した結果、頂のう、梗子および胞子の表面構造と配列状態が明らかとなり、特に胞子の表面はコンペイトウ状を呈しており、これが水分を吸収して発芽するときは膨潤状となって肥大した後発芽管が出現することを確認した。

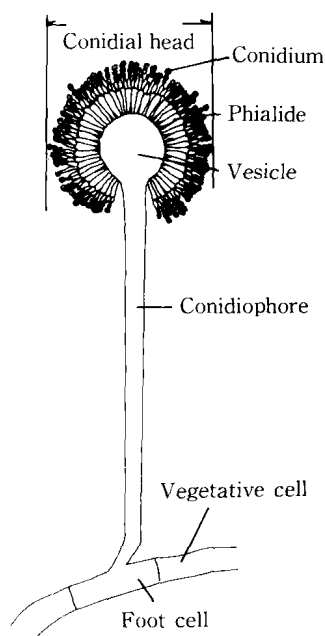


Fig. 5. Schematic diagram of conidium structure of *Aspergillus niger*.

摘 要

タマネギ鱗茎の腐敗部から分離した *Aspergillus* sp. の子実体の形態を光学顕微鏡および走査電子顕微鏡で觀察し、種の同定を行った。本菌の分生胞子を Czapek 寒天培地で 25°C で培養すると、24時間後にコロニーが現われ、48時間で頂のうが、62時間後には第2梗子上に分生胞子の形成が、それぞれ認められた。分生子頭は $325\sim720\mu\text{m}$ 、分生子柄の高さは $1.25\sim2.75\text{mm}$ 、頂のうは $45.0\sim52.5\mu\text{m}$ で、その上に第1、次いで第2梗子を形成し、その大きさは $10\sim12\times3.0\sim3.5\mu\text{m}$ であった。さらに、その上に2~3個の分生胞子の形成がみられた。胞子はコンペイトウ状を呈し、その大きさは $3.5\sim5.0\mu\text{m}$ であった。これらの形態觀察の結果から、本菌は *Aspergillus niger* van Tieghem と同定された。

引 用 文 献

- 1) 遠藤 茂 (1931). 葱頭の黒黴病に就て. 病虫雑 18, 284-288.

- 2) Machacek J. E. (1929). The black mold of onions caused by *Aspergillus niger* van Tieghem. *Phytopathology* **19**, 733-739.
- 3) 田中欽二・野中福次 (1974). タマネギ鱗茎の腐敗に関与する随伴菌について. 九病虫研会報 **20**, 88-90.
- 4) Tanaka, K. and F. Nonaka (1981). Synergistic action of a pectolytic enzyme and oxalic acid on the rot of onion bulbs caused by *Aspergillus niger*. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* **47**, 166-174.
- 5) 田中欽二・野中福次 (1981). 黒かび病菌によるタマネギ鱗茎の腐敗機構に関する研究. 佐賀大農彙 **51**, 47-51.
- 6) Thom, C. and D. I. Fennell (1965). The genus *Aspergillus*. Williams and Wilkins Baltimore, Md. 309-310.

海象観測システムによる有明海の海象気象の解析

Ⅳ. 浅海域の水温特性について

渡 辺 潔・藤 本 昌 宣

(干拓水工学研究室)

昭和57年10月8日 受理

Analysis of Oceanic and Meteorological Phenomena in the Ariake Sea by Observation System of the Ocean

Ⅳ. On the water temperature in the shallow area

Kiyoshi WATANABE and Masanobu FUJIMOTO

(Laboratory of Shore Reclamation and Hydraulic Engineering)

Received October 8, 1982

Summary

The water temperature obtained by the observational apparatus of oceanic phenomena in the Ariake Sea for five years from 1977 to 1981 were analyzed statistically and the characteristics of its variation in the shallow area were examined.

The following results were obtained.

(1) The mean value, the highest value and the lowest value of water temperature are 17.8°C, 31.8°C, and 2.9°C, respectively.

(2) Water temperature is affected by atmospheric temperature and sea level and varies with the periodicity for about twelve hours.

(3) In summer, water temperature is lower relatively at high tide or spring tide. On the contrary, in winter, it is higher at same tide.

(4) Daily mean water temperature ($WTAVE_{(N)}$) is affected greatly by the daily mean atmospheric temperature of the previous day ($ATAVE_{(N-1)}$). The relationship between these values is expressed as

$$WTAVE_{(N)} = 0.85ATAVE_{(N-1)} + 4.32 \quad (\gamma = 0.96)$$

(γ : coefficient of correlation).

(5) The highest value of daily mean water temperature is 29.7°C and the lowest value 6.3°C.

(6) Yearly mean water temperature is 17.8°C and is higher than yearly mean atmospheric temperature by about 2°C.

(7) The daily range of water temperature is smaller than that of atmospheric temperature and its yearly variation is relatively small. These values are 1.7°C, 5.3°C, respectively.

1. 結 言

有明海湾奥部の佐賀県国造干拓地先約 5 km の浅海域に設置されている佐賀大学有明海海象観測装置によって、多項目にわたる海象気象データが連続的に得られている。本報告は、これらの

データのうち昭和52年から56年までの水温の観測値について統計的に解析し、浅海域における表層水温の変化特性を検討したものである。

2. 観測地点と観測方法

佐賀大学有明海海象観測塔（以後「観測塔」と略称）は図-1に示すような有明海湾奥部の平均水深約6mの浅海域に位置している。

水温計は観測塔の中央部に縦方向に張られた4本のガイドワイヤーに沿うフロートの下に塩分計、水素イオン濃度計および溶存酸素計とともに取付けられており、図-2に示すように、潮位の変動にしたがってこれがフロートとともに上下することによって、つねに海面下約1mでの水温を測定するものである。

水温センサーはサーミスタ型で、耐食ステンレス製チューブの中にサーミスタ素子が組込まれている。水温の測定範囲は0~35℃、精度は±0.2℃である。なお、1回の観測において出力される水温値は3分間の平均値である。

有明海浅海域のように、比較的富栄養化した海域で常時海水中に懸垂された水温センサーは生物の付着が著しく、特に6月~9月は水温が高く、貝類や藻類の付着がはげしい。このために以下に述べる5年間の観測値も必然的に夏期は欠測が多くなっている。

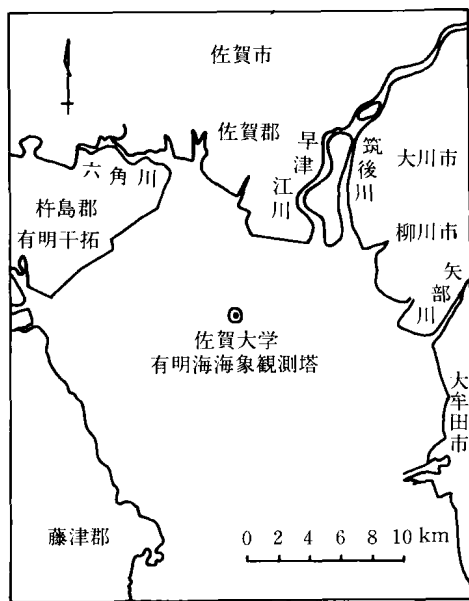


図-1 有明海海象観測塔位置図

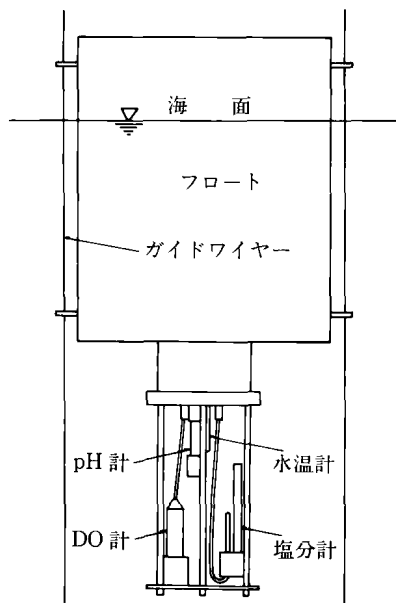


図-2 水質センサー取付図

3. 観測結果と考察

3.1 水温の経時変化

水温の経時変化の特徴的な2つの例として昭和55年4月と11月の各1か月間について図-3に示す。また、これらの図には水温に対比させて気温および潮位の経時変化もあわせて示している。水温の変動は、一般に気温の影響を大きく受けるが、観測地点が有明海湾奥部にあること、河口

域にあることなどのために、干満差の大きい潮位変動、河川水混入の程度、さらに海水と河川水の水温の相対的な差によっても影響される。図-3 に示した経時曲線はデータの期間が1か月であるため、長期的変動特性は不明であるが、全体的には水温が気温と潮位の変化の影響を受けてい

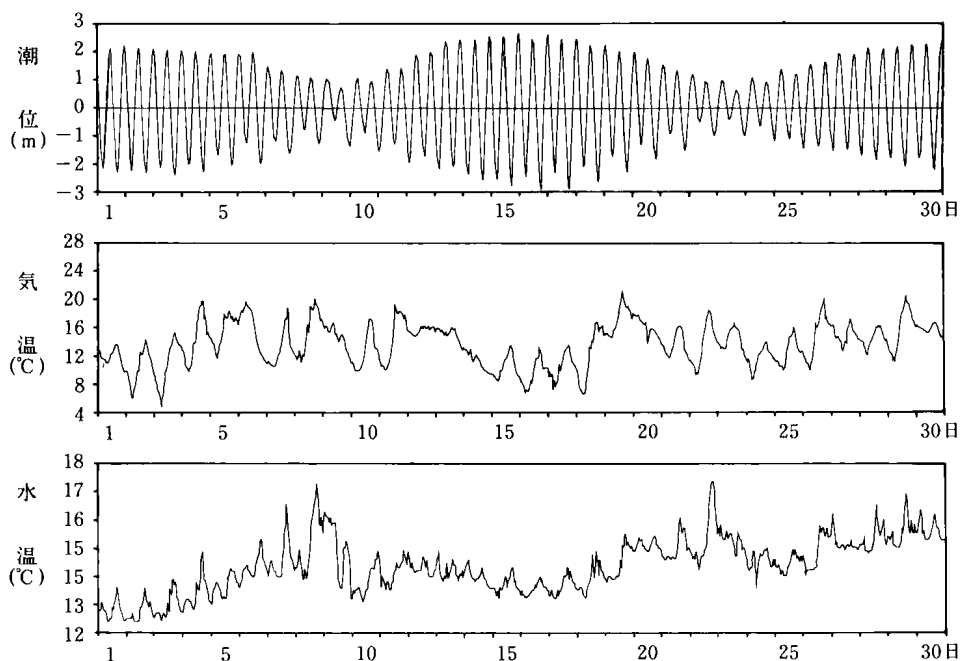


図-3(a) 潮位、気温および水温の経時変化(昭和55年4月)

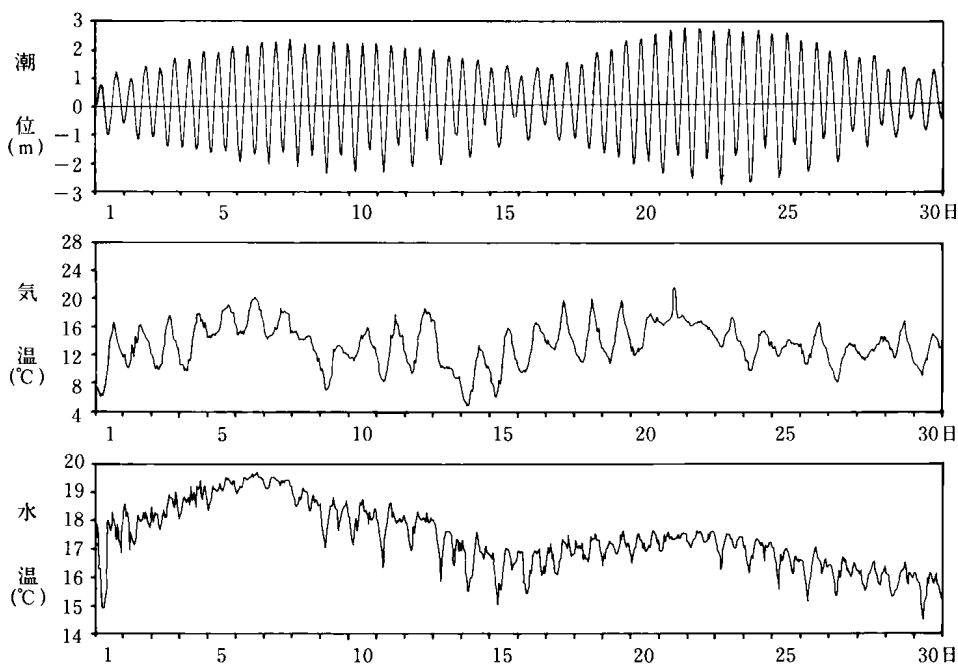


図-3(b) 潮位、気温および水温の経時変化(昭和55年11月)

ることが認められる。特に、潮位との関係についてみると、4月においては、毎日の満潮時のように相対的に潮位が高いか、潮差が大きくなると水温は低下し、干潮時あるいは小潮時には水温は上昇する。11月はこれと全く逆の現象を示している。これらの特性をより明確にするために、水温の自己相関関数、気温と水温ならびに潮位と水温の相互相関関数を上記の4、11月と冬期と夏期の1、8月について求めた。これらの結果を図-4、5および6に示す。水温の自己相関関数曲線によれば、その程度に差はあるが、24時間と12時間の周期性がみられ、水温の変動が気温(24時間周期)と潮位(12時間周期)の変動に大きく影響されることが認められる。気温と水温

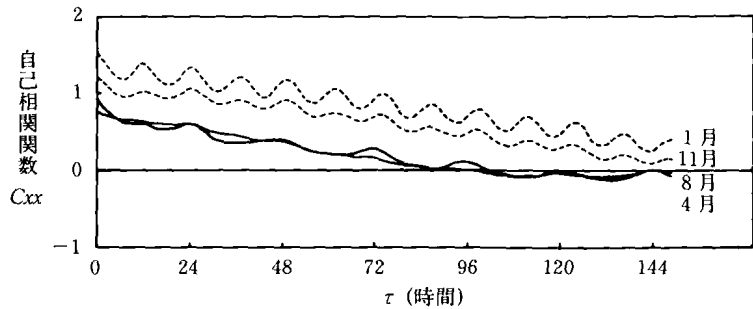


図-4 水温の自己相関関数 (昭和55年)

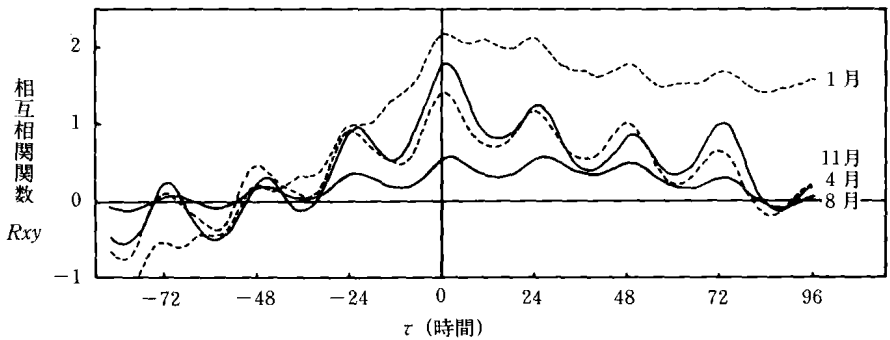


図-5 気温と水温の相互相関関数 (昭和55年)

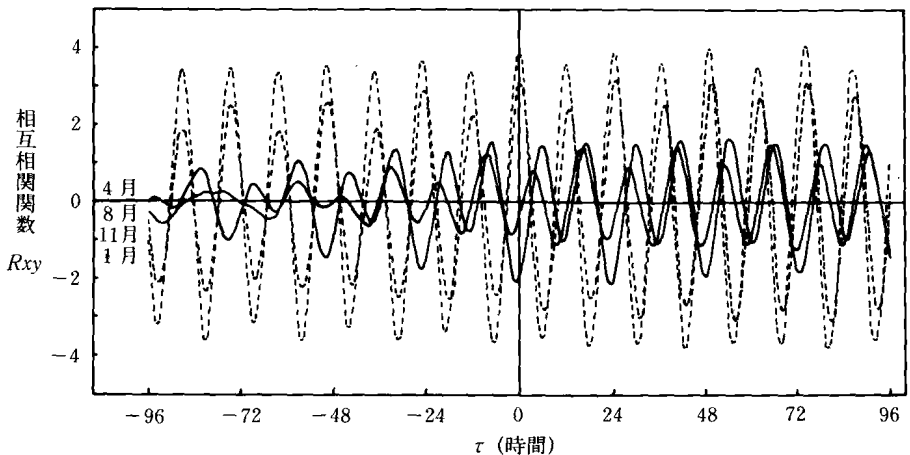


図-6 潮位と水温の相互相関関数 (昭和55年)

の相互相関関数においては、いずれの期間とも24時間ごとの周期性がみられることから、水温も気温と同様に24時間周期で変化していることがわかる。さらに、この曲線の最大値は $\tau=0.5\sim 1$ であらわれることが多く、表層水温が0.5～1時間前の気温の影響を最も大きく受けることを示している。また、潮位と水温の相互相関関数によれば、1、11月の例は潮位と水温の上昇がほぼ同位相であるのに対して、4、8月の例は逆相関になっており、潮位の上昇によって水温が低下することを示している。宮地¹⁾は漁海況予報のため自動観測装置から得られるデータを解析し、潮位と水温の関係が夏と冬では逆になり、夏は干潮時に、冬は満潮時に水温が高くなることを報告している。これに従えば、観測塔における4～9月の水温は夏型を、また10～3月はほぼ冬型を示していることになる。さらに、筆者ら²⁾は昭和50年8月の大潮時に浅海域で行なった現地調査において水温の分布を測定した結果、夏期においては河川水混入率が高いほど水温が高く、また、大潮時は小潮時に比較して鉛直方向の温度差が小さいことを明らかにした。

以上の結果から、浅海域における水温のこのような変動特性は次のように推論できる。すなわち、夏期は河川水に比べて海水の水温が低いために、満潮時に水温が低くなり、また大潮時には河口域では河川水と海水の混合、上下方向の混合がはげしいために表層水温が低下する。冬期は逆に、河川水の方の水温が低いために干潮時に水温が低くなり、さらに、小潮時には河川水と海水の混合が比較的ゆるやかで河川水が表層に存在するため表層水温が低くあらわれる。

次に、5年間の水温の観測値のうち、各年ごとの最高、最低値を生起月日時とともに表-1に示す。これによれば、年間の最高値は水温の方が気温より平均で1.9°C高く、最低値は7.5°C高い値を示す。これは図-10の水温と気温の月平均値の差にもみられる傾向で、夏は水温と気温に大きい差はみられないが、冬は両者の差が大きくなって水温の方が高くなる。さらに、5年間の水温の最高値は31.8°C、最低値は2.9°Cである。

表-1 年最高、最低水温・気温

(単位:°C)

昭和年	最高	生起月日時	最低	生起月日時
52	—	—	3.8	2月17日3時
	33.3	7月30日17時	-4.6	2月16日7時
53	31.3	7月15日19時	2.9	1月11日4時30分
	34.5	7月23日18時30分	-1.3	2月17日5時
54	31.0	8月4日10時	6.8	2月2日6時30分
	32.3	7月27日17時	-0.7	2月2日5時30分
55	27.3	8月25日17時	6.5	1月22日7時
	29.9	7月21日17時	-1.0	2月17日6時
56	31.8	7月17日12時30分	5.3	1月11日7時
	32.3	7月18日17時	-4.4	2月26日16時30分
52～56	31.8	56年7月17日12時30分	2.9	53年1月11日4時30分
	34.5	53年7月23日18時30分	-4.6	52年2月16日7時

注) 上段：水温，下段：気温

3.2 平均水温

3.2.1 日平均水温

日平均水温の1年間の変動曲線を昭和54年と56年の例で図-7に示す。また、日平均水温と日平均気温の経日的な差をみるために、この図には日平均気温の変化もあわせて示している。5年間を通してみると、日平均水温は気温と同様に一般に7～8月に最高となり、1～2月で最低となって、平均とするとそれぞれ約29°Cおよび7°C程度の値を示す1年周期の変動曲線となる。

さらに、表-2は昭和52年から56年までの5年間における各年の日平均水温の最高、最低値を日平均気温のそれらとともに示したものである。この結果、日平均水温の最高値は5年間を通じ

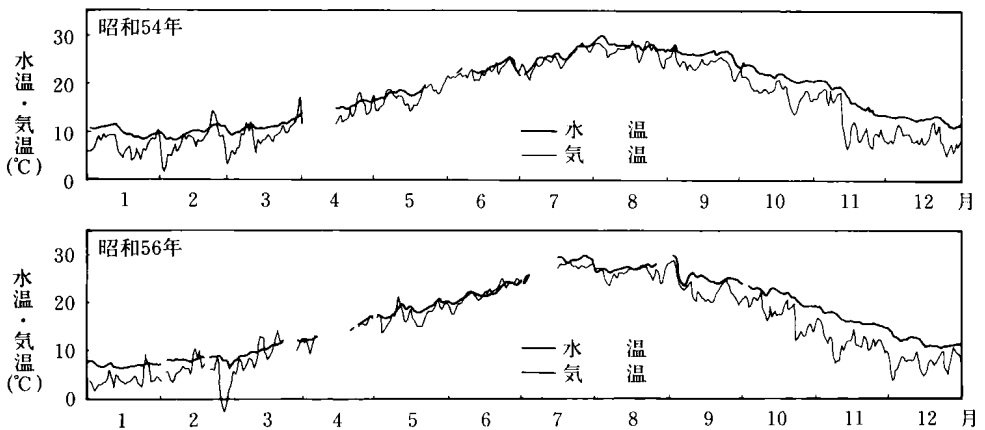


図-7 日平均水温と日平均気温の経日変化

て日平均気温のそれとほとんど等しく、また、最低値は水温の方が気温より 8°C 高い。したがって、年間の最高、最低の較差も水温の方が約 8°C 高い。

次に、1年間を通してみた場合、日平均水温は日平均気温の影響を最も大きく受ける。そこで、これらの時差相関について検討するために、相互相関数 $R(\tau)$

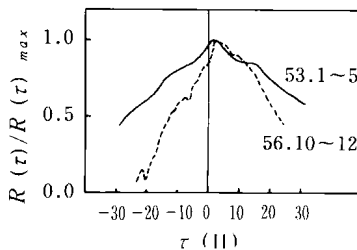


図-8 日平均気温と水温の相互相関関数

表-2 日平均水温、気温の最高、最低値

(単位: $^{\circ}\text{C}$)

昭和 年	最高	生起月日	最低	生起月日	較差
52	—	—	5.2	2月17日	—
	28.6	7月27日	-3.6	2月16日	32.2
53	29.6	8月24日	7.3	2月3日	22.3
	29.4	8月14日	-0.2	2月1日	29.6
54	29.9	8月2日	8.1	2月5日	21.7
	29.1	8月16日	1.7	2月2日	27.4
55	26.6	8月26日	7.6	2月5日	19.0
	27.5	7月21日	0.3	1月31日	27.2
56	29.7	7月26日	6.3	2月28日	23.4
	28.6	9月1日	-2.7	2月26日	31.3

注) 上段: 水温, 下段: 気温

を計算し、 $R(\tau)$ の最大値 $R(\tau)_{\max}$ との比 $R(\tau)/R(\tau)_{\max}$ を求めた。この結果をいくつかの例で図-8に示す。ただし、 τ は基準日の水温に対する気温のずらしの日数である。観測塔においては、水温センサーの定期点検などのために、ある程度の欠測は不可欠であるが、できるだけ連続した日平均水温および気温から求めた曲線は大部分が $\tau=1$ でピークを示し、日平均値にした水温は1日前の気温の影響を最も大きく受けることを示している。しかし、 $\tau=0$ すなわち当日の平均気温が水温に最も大きく影響する例も時折みられるが、このような相異がなにに起因するかは現状では不明である。ここでは、日平均水温 $WTAVE_{(N)}$ と1日前、すなわち $\tau=1$ の状態での日平均気温 $ATAVE_{(N-1)}$ との間に

$$WTAVE_{(N)} = \alpha \cdot ATAVE_{(N-1)} + \beta$$

なる直線関係があると仮定し、その回帰係数 α , β および相関係数 r を各年別に求めた。これらを表-3に示す。前述のように、日平均水温は気温と比較して夏期にほぼ等しく、冬期に高いこ

とから α の値は1より小さくなる。5年間を通してみた α , β および γ の値はそれぞれ 0.85, 4.32, 0.96 である。しかし、このような両者の相関係数は $\tau=1$ においてのみ特に高いということではなく、 $\tau=0$ または 2 での γ も表-3 の値と大差なく、わずかに小さい程度である。

3.2.2 月平均水温

30分（一部の期間では1時間）ごとに観測した水温に 3.2.1 で述べたような日平均を施したのち、さらにこれを月ごとに平均した月平均水温を昭和52年から56年までの5年間にわたり、月別、年別にして表-4 および 図-9

に示す。さらに、月平均水温と月平均気温の差を 図-10 に示す。観測塔の塗装および夏期におけるセンサーへの異常な生物付着などのために、精度の高い月平均気温が得られなかった月もいくつかあるが、得られた結果のみからみた月平均水温の経月変化はほとんど等しく、平均値でみると、8月の27.2°C が最も高く、2月の8.3°C が最も低くなっている。また、浅海域における月平均水温と月平均気温の差は相対的に水温の方が高く、同様に5年間の平均でみると、その差は5, 6月ごろ小さく 0.3~0.4°C となり、半年ずれた10, 11月ごろ大きく 3.8~4.0°C である。さらに、年平均水温が 17.8°C であるのに対して、年平均気温は 15.9°C であり、前者の方が約 2°C 高い値を示す。

表-4 月平均水温

(単位: °C)

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
昭和52年	7.6	7.0	9.8	14.9	18.3	21.5	—	—	—	—	16.4	12.8	
53	9.8	8.2	10.5	14.5	19.0	—	—	28.7	26.7	21.2	17.5	12.6	
54	10.0	9.8	11.1	—	18.0	23.1	25.7	27.9	26.1	21.8	16.9	12.7	
55	9.7	8.3	10.8	14.4	18.3	23.0	—	25.1	24.4	21.3	17.4	11.3	
56	7.0	8.2	10.1	—	18.6	22.0	28.1	27.0	25.0	21.4	16.2	11.5	
平均	8.8	8.3	10.5	14.6	18.4	22.4	26.9	27.2	25.6	21.4	16.9	12.2	17.8

注) 表中一印は10日間以上欠測がある月である。
平均は欠測月を除いた単純平均である。

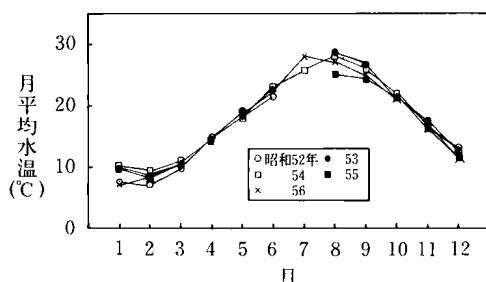


図-9 月平均水温の変化

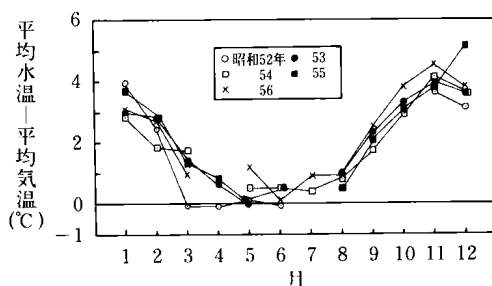


図-10 月平均水温と月平均気温の差

3.3 水温の日較差

1日の水温の最高値と最低値の差、すなわち日較差の浅海域における変化特性を明らかにする

表-5 水温日較差月平均値

(単位: °C)

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
昭和52年	1.7	1.6	1.5	2.3	2.2	1.8	—	—	—	—	1.6	1.5	
53	1.8	1.3	1.3	1.6	2.3	—	—	1.6	1.2	1.6	2.5	1.5	
54	1.2	1.2	1.5	—	1.6	1.6	2.0	1.6	1.5	1.3	1.6	1.4	
55	1.6	1.3	1.1	1.6	2.0	1.7	—	1.2	1.7	1.4	1.4	2.1	
56	1.5	1.0	1.3	—	2.1	1.8	2.4	1.8	2.1	1.7	1.9	1.8	
平均	1.6	1.3	1.3	1.8	2.0	1.7	2.2	1.6	1.6	1.5	1.8	1.7	1.7

注) 表中一印は10日間以上欠測がある月である。

平均は欠測月を除いた単純平均である。

ために、日較差の月別平均値を求め、これを表-5に示す。また、5年間の経月変化を気温の日較差の月平均値³⁾とともに図-11に示す。この結果、水温の日較差と気温のそれを比較すると、前者の方が相対的に小さく、また、海水の比熱が非常に大きい⁴⁾ために、1年間の変動も非常に小さい。すなわち、5年間を通してみると、日較差の平均値は、水温が1.7°C、気温が5.3°Cで、水温の日較差の方が平均3.6°C低い値を示す。また、日較差の年間変動は月平均値で気温が4.1~6.3°Cで2.2°Cの幅があるのに対して、水温は1.3~2.2°Cでその幅はわずかに0.9°Cである。さらに、気温の日較差が春と秋に大きく、逆に夏と冬に小さくなるのに対し、水温の日較差は年間を通じてほとんど変化がなく、2、3月にやや小さい程度である。

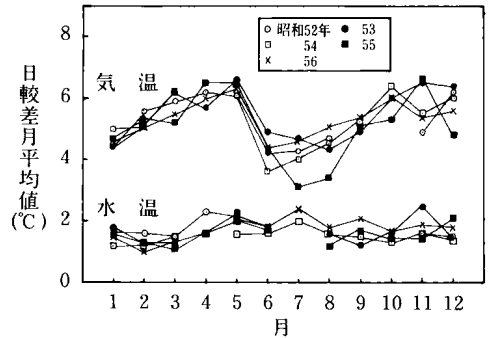


図-11 水温および気温の日較差月平均値

摘 要

有明海に設置されている佐賀大学海象観測装置によって得られた昭和52年から56年の5年間の水温データを統計的に解析し、浅海域における水温の変化特性を検討した。その結果、次のようなことが明らかとなった。

- (1) 水温の平均値、最高値および最低値はそれぞれ、17.8°C、31.8°C および 2.9°C である。
- (2) 水温は気温および潮位の影響を受けて、ほぼ12時間周期で変動する。
- (3) 夏期は満潮時および大潮時に、相対的に水温は低くなり、冬期は逆の現象を示す。
- (4) 日平均水温 ($WTAVE_{(N)}$) は1日前の日平均気温 ($ATAVE_{(N-1)}$) の影響を大きく受け、これらの関係は次式で示される。

$$WTAVE_{(N)} = 0.85 ATAVE_{(N-1)} + 4.32 \quad (\text{相関係数: } 0.96)$$

- (5) 日平均水温の最高、最低値はそれぞれ 29.7°C、6.3°C である。
- (6) 年平均水温は 17.8°C で、年平均気温より約 2°C 高い。
- (7) 水温の日較差は気温に比べて小さく、かつ1年間の変動も少ない。また、これらの年平均値は前者が 1.7°C、後者が 5.3°C である。