

瀬戸内海備後灘における海洋基礎生産に関する研究

II. 基礎生産とプランクトン*

弘 田 禮 一 郎

(広島大学理学部付属向島臨海実験所)

遠 藤 拓 郎

(広島大学水畜産学部水産学科)

On Primary Production in Bingo-Nada of Seto Inland Sea

II. Primary Production and Plankton

Reiichiro HIROTA

*Mukaishima Marine Biological Station, Faculty of Science,
Hiroshima University.*

and

Takuo ENDO

*Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry,
Hiroshima University.*

(Text-figs. 1-4; Tables 1-3; App. Tables 1-5)

緒 言

本報告では、備後灘における基礎生産に関する研究の一環として行われたプランクトンの定量結果の概要を述べ、あわせて基礎生産とプランクトンとの相互関係について、二・三の考察を行った。

調査点、調査期日、調査時の海況、光合成量などの詳細については、前報¹⁾²⁾を参照されたい。

本文に入るに先立ち、常に御指導と御鞭撻をいただいた本学松平康雄教授、並びに種々御助言と御協力をいただいた小山治行助教授に、深甚なる謝意を表するものである。また、御批判と御鞭撻をいただいた向島臨海実験所稲葉明彦教授に深謝する。さらに資料の採集にあたり御協力いただいた本学実習船“豊潮丸”の上領善一船長ほか乗員の方々、観測艇“かもめ”の神田富夫氏、並びに向島臨海実験所調査船“スパルス”の乗務員藤本英明氏に、厚く御礼を申上げる。

調 査 方 法

植物プランクトンの採集は採水法により行った。すなわち、0.5m層、透明度層(T層)及び透明度の2倍層(2T層)よりバンドン採水器によって採水した試水中からそれぞれ100ccを採取し、直ちに

*向島臨海実験所業績, No. 77

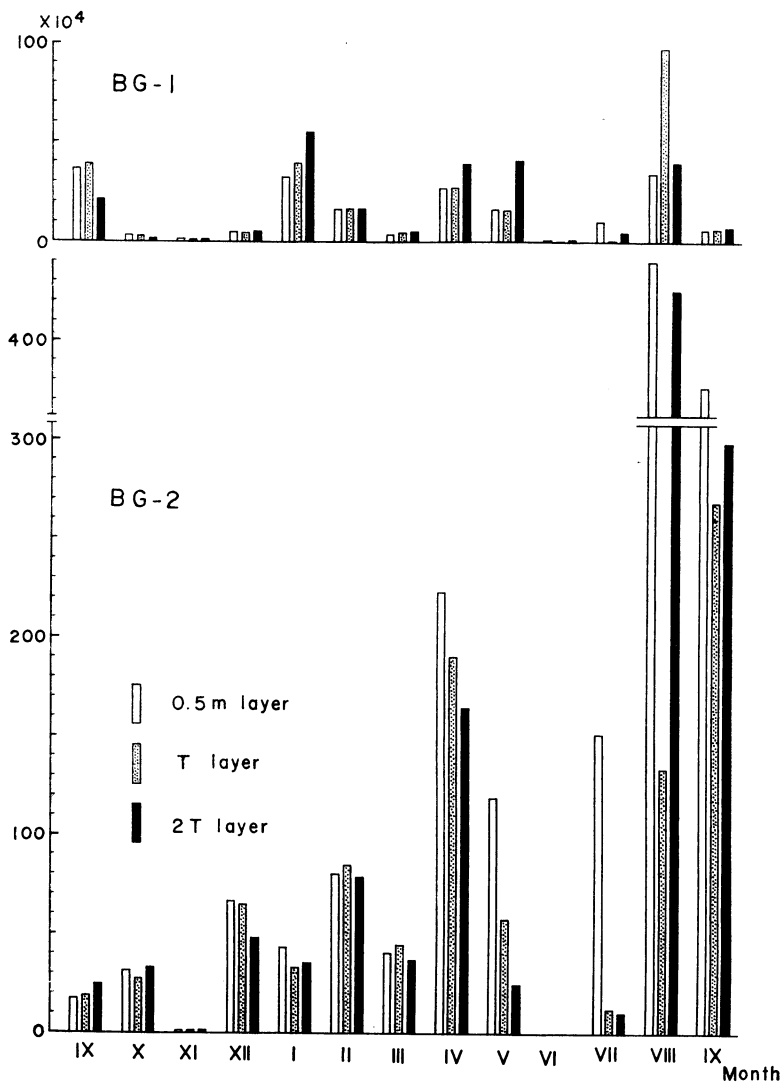
ホルマリンで固定して、後刻その一定量中の植物プランクトン細胞数を検鏡、算定した。

なお、1963年5月より9月までの調査では、10 lの採水により0.5m層及び2 T層の動物プランクトンの定量もあわせ行った。資料はバンドン採水器で採水後直ちにホルマリン固定し、後刻 NP75 の絹網で濾過した後計数した。

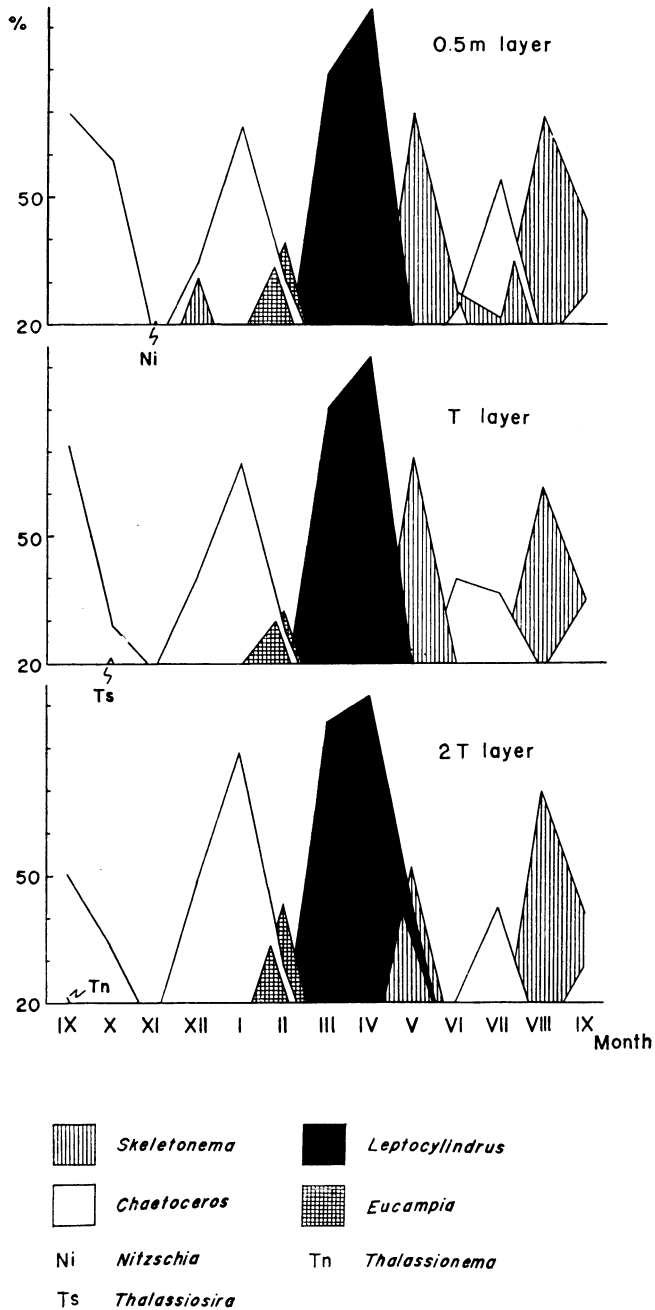
調査結果と考察

1) 植物プランクトン (珪藻類)

調査結果の詳細はさきに報告した¹⁾ので、ここでは全般的な考察を行うにとどめる。



Text-fig. 1. Seasonal change of total cell number of diatoms per liter.



Text-fig. 2. Seasonal composition of diatoms at BG-1.

a) BG-1 における出現数と出現種

総細胞数の季節変化の状況はText-fig. 1 に示した。1962年9月、1963年1月及び2月、4月及び5月、8月に出現数の増加が認められるが、次に述べる BG-2 にみられるような極立った増殖期はない。

次に、属別にみた珪藻組成の季節変化の概要は Text-fig. 2 に示した通りである。1962年9月には *Chaetoceros* (主として *Ch. compressus* 及び *Ch. socialis*)、10月には *Chaetoceros* (主に *Ch. curvisetus*) が優勢に出現したが、11月には特に極立った優占種はなく、*Chaetoceros* (主に *Ch. socialis*)、*Coscinodiscus* (主に *Cos. radiatus*)、*Leptocylindrus danicus*、*Nitzschia* (主に *N. paradoxa*)、*Pleurosigma* sp. などが10~20%の割合で出現した。12月には *Chaetoceros* (主として *Ch. curvisetus* 及び *Ch. socialis*)、0.5m層ではこれに次いで *Skeletonema costatum* が優勢である。以下、1963年1月には *Chaetoceros* (主に *Ch. socialis*)、2月には *Eucampia zodiacus* 及び *Chaetoceros* (主に *Ch. radicans*)、3月と4月には *Leptocylindrus danicus*、5月には *Skeletonema costatum* (2 T層ではこれに次いで *Leptocylindrus danicus*) が優勢であった。6月及び7月には各層の出現種に可成りの変化があり、6月の0.5m層では *Skeletonema costatum* 及び *Chaetoceros* (主に *Ch. curvisetus*)、T層では *Chaetoceros* (主に *Ch. curvisetus*、これに次いで *Ch. affinis*) が優勢だが、2 T層では特に優占種がなく、10~20%の程度で *Chaetoceros* (主に *Ch. curvisetus*)、*Coscinodiscus* (主に *Cos. oculis-iridis*) 及び *Rhizosolenia* (主に *Rh. delicatula*) が出現した。7月には、0.5m層で *Chaetoceros* (主として *Ch. distans*、次いで *Ch. brevis* 及び *Ch. affinis*) と *Skeletonema costatum*、T層では *Chaetoceros* (主として *Ch. affinis*、次いで *Ch. brevis* 及び *Ch. curvisetus*)、2 T層では *Chaetoceros* (主に *Ch. curvisetus*) が優勢であった。8月には各層共 *Skeletonema costatum*、9月には *Skeletonema costatum*、これに次いで *Chaetoceros* (主として *Ch. compressus* と *Ch. curvisetus*) が優勢に出現した。

これまで備後灘海域における珪藻類の季節変化の研究は、1945年から1952年にかけて備後灘北西部の向島沿岸において行われた門³⁾の報告がある外、全く行われていない。向島沿岸と今回の調査海域とでは、海況や動物プランクトンの出現状況などについて可成りの相違があり⁴⁾、その上調査年次にも相当のへだたりがある為、当然のこととはいえ両海域を比較すると珪藻の出現数及び出現種の季節変化には可成りの相異がみられる。また、上野⁵⁾がBG-1の北東約10kmの白石島周辺で、1960年8月に調査した結果ともやや相違が認められる。

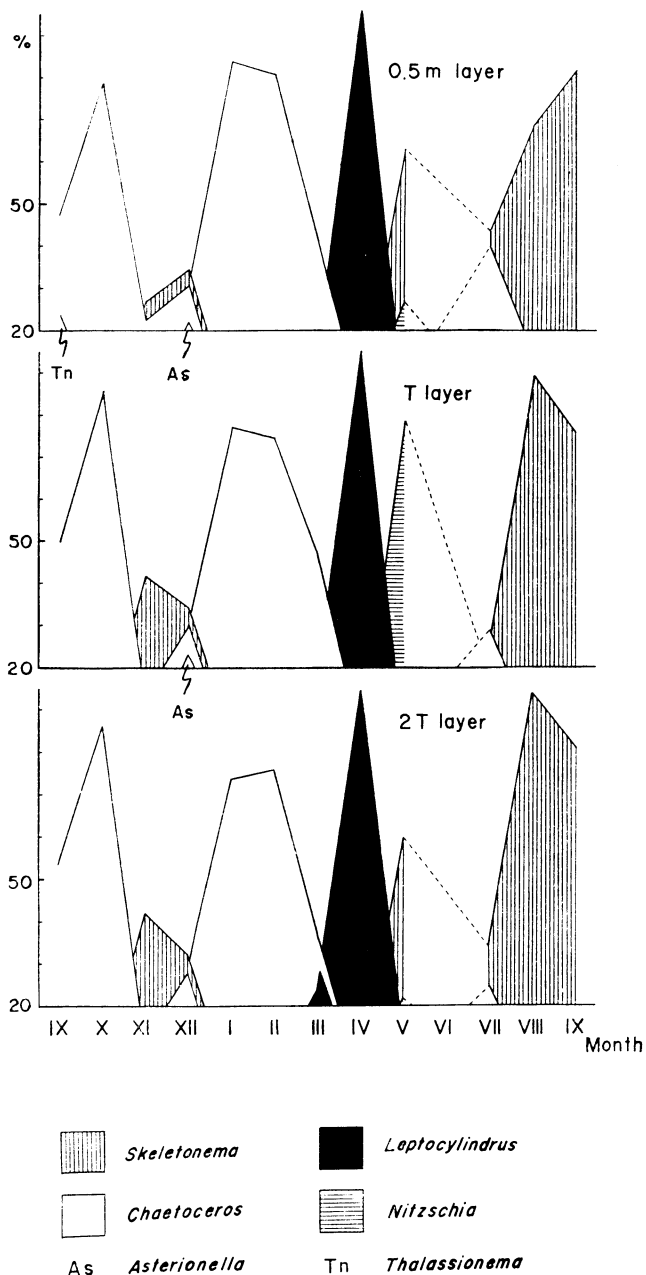
b) BG-2における出現数と出現種

総細胞数の季節変化は Text-fig. 1 に示す通りであるが、BG-1の場合と比較して細胞数は極めて多い。特に0.5m層においては1963年4月以降、T層及び2 T層では1963年4月、8月及び9月に総細胞数100万(1 l中)を越える著しい増加が認められる。又、各層別相互間の細胞数についても1963年5月以降は変化が大きく、5月には0.5m層がT層の約2倍、2 T層の約5倍、7月には0.5m層が他層の約10倍、8月には0.5m層と2 T層がT層の約3.5倍と、著しい相違が認められる。

次に、属別にみた珪藻組成の季節変化の状況は Text-fig. 3 に示した通りである。1962年9月には *Chaetoceros* (主に *Ch. compressus*) 10月には *Chaetoceros* (主に *Ch. curvisetus*) が優勢に出現した。以下、11月には主として *Skeletonema costatum*、12月には *Skeletonema costatum* の他 *Chaetoceros* (主として *Ch. curvisetus* 及び *Ch. socialis*)、*Asterionella japonica* が可成り優勢であった。1963年1月には *Chaetoceros* (主に *Ch. socialis*)、2月には *Chaetoceros* (主に *Ch. radicans*) の優占度が非常に高かった。

3月には *Chaetoceros* (主に極めて小型で未同定の *Ch. sp.*) が比較的優勢にみられ、これに次いで *Leptocylindrus danicus* が稍優勢であったが、4月には *Leptocylindrus danicus* が極めて優勢となった。5月の0.5m層及び2 T層では *Skeletonema costatum* が優勢であるが、T層では *Nitzschia* (大部分 *N. closterium*) の優占度が高い。7月には *Skeletonema costatum* 及び *Chaetoceros* (主に小型の *Ch. sp.*) が優勢に出現したが、8月及び9月には *Skeletonema costatum* のみが非常に優勢となった。

このように、BG-2における珪藻の出現状況は、BG-1と比較して特に細胞数の増加の著しい点で相当に相違が認められ、また向島沿岸³⁾や白石島周辺⁵⁾の状況とも極めて大きい相違を示す。ところで、BG-2において細胞数の増加が著しい一つの原因としては、塩素量の低下を挙げることが出来よう。上野⁶⁾は大阪湾における調査結果に基づいて *Skeletonema* や *Leptocylindrus* の細胞数の増減が塩素量と逆相関的傾向を示すことを報告している。BG-2においても、特に細胞数の増加の甚しい1963年4月以降に、



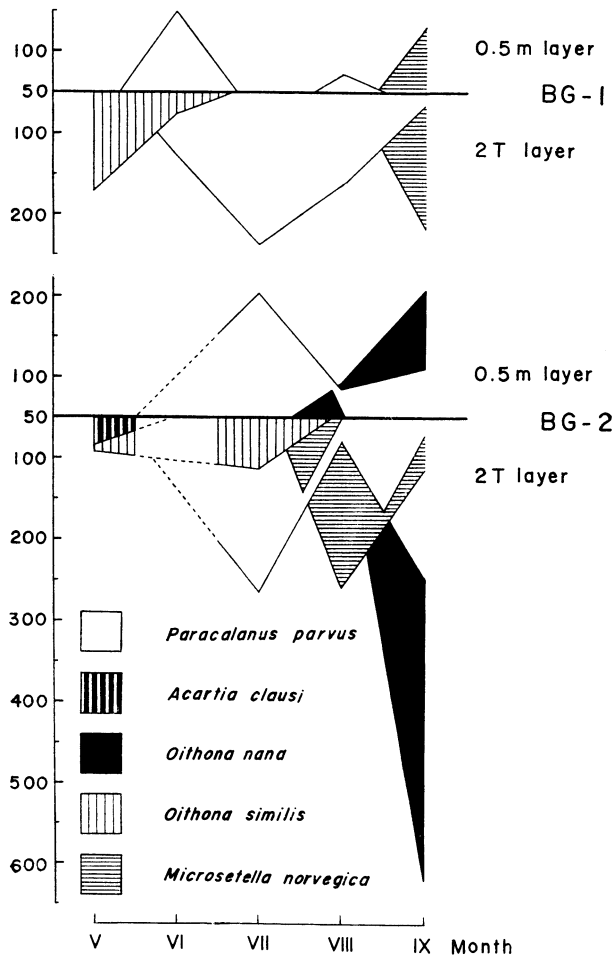
Text-fig. 3. Seasonal composition of diatoms at BG-2.

Leptocylindrus danicus 及び *Skeletonema costatum* が優占種として認められることと、BG-2 の西方約 5 km に流入する芦田川からの流入水に影響されたと考えられる塩素量の低下が観測されていることが、このような推察をなしうる一つの現象である。しかし、一方 BG-2 の北方に接する笠岡湾において埋立て工事が盛んに行われており、工事現場から流出する濁水の影響が現れているようにも推察される為、BG-2 におけるこのような細胞数の増加が、この海域において通常の状態であるとは断定出来ない。

2) 動物プランクトン

動物プランクトンの出現状況は Appendix Tables 1-2 に示した。この調査は周年にわたったものでなく、また採水法 (10l) によった為、特に大型の種類については十分な資料が得られたとはいいがたいが、一応の傾向を知る為、これまで備後灘海域で調査されている結果⁴⁾と対比しながら、その出現状況を考察してみたい。

まず、主要橈脚類の出現状況は Text-fig. 4 に示した通りである。BG-1 においては5月に *Oithona similis* が可成り多数出現し、6月から8月にかけては *Paracalanus parvus* が多数出現した。9月には *Microsetella norvegica* が増加した。いずれの場合も0.5m層よりも2T層に出現数が多い。BG-2 においては、5月に *Acartia clausi* 及び *Oithona similis* が可成り多数出現した。6月の調査が行われなかった為移行状態の詳細は不明であるが、7月には *Paracalanus parvus* の出現が多く、次いで *Oithona similis* が可成り出現している。8月には2T層で、*Microsetella norvegica* が増加し、0.5m層では *Oithona nana*



Text-fig. 4. Occurrence of dominant copepods at BG-1 (upper) and BG-2 (lower), from May to September (1963).

の増加がみられる。*Paracalanus parvus* は7月に比べて可成り少い。9月には *Microsetella norvegica* が減

少しのに対し、*Paracalanus parvus*が増加し、また*Oithona nana*が極めて多数出現した。BG-2においてもBG-1と同様に、0.5m層よりも2T層に出現数が多い。これら橈脚類個々の出現期間については、1959年から1960年にかけて備後灘全域にわたって行われた調査で得られた結果⁴⁾(*Paracalanus parvus*は一年を通じて多いが、特に6月から9月にかけて増加がみられ、以下*Acartia clausi*は5月、*Oithona nana*は7月から9月、*Oithona similis*は5月から7月、*Microsetella norvegica*は8月から11月にかけて多数出現する)と傾向がよく一致している。またBG-1において*Paracalanus parvus*、*Oithona similis*及び*Microsetella norvegica*が優占種として出現した点についても、BG-1周辺の海域で行われた調査結果⁴⁾と一致した(BG-2に関しては周辺海域における調査がない)。ところで、これら主要橈脚類の分布の上から考えて、一般に内湾奥部に多数出現する*Acartia clausi*や*Oithona nana*⁷⁾が、BG-2にのみ優勢に出現することは、BG-2がBG-1よりも極めて内湾的性格が強いことを示すものと考えられる。なお、0.5m層より2T層に出現個体数の多いことは、観測が日中であるため橈脚類の垂直分布の日変化を考えた場合、当然のことと思われる。

その他、橈脚類以外の甲殻類(*Evadne nordmanni*、*Penilia schmackeri*及び*Podon polyphemoides*)や尾索類の*Oikopleura dioica*などの出現期も備後灘全域調査の場合とよく一致している。

なお、原生動物(双鞭類を含めて)については、これまで備後灘海域において行われた比較すべき調査試料が全くない為、ここでは一応資料として記載するにとどめたい。

基礎生産量と現存プランクトンとの相互関係に関する考察

基礎生産の一つのめやすとして今回の研究で測定した¹⁴C法による光合成量測定結果の詳細は先に報告した通りである¹⁾²⁾。ここでは、先ず光合成量と現存珪藻との相互関係を考察する為に、現存珪藻 1×10^7 細胞当りの光合成量(mg C/h)、 1×10^7 細胞当りのクロロフィルa量(mg)、及びクロロフィルa 1mg当りの光合成量(mg C/h)を算出した(Appendix Tables 3-5)。考察に対しては、これらの値及び現存珪藻の総細胞数、総光合成量の大要を略号で表示した(Tables 1, 2)。表示記号の区分はTable 3に示す通りである。以下、これらの相互関係を追求しながら、光合成量と現存珪藻との関係を考察してゆきたい。

1) 総細胞数とクロロフィルa量との相互関係について

全般的にみて、この両者の間には次の様な関係がある。すなわち、総細胞数が増加した場合には、個々の細胞の含有するクロロフィルa量は少くなり(例えば、BG-1における2月やBG-2の12月以降各月)、逆に総細胞数の少い時には細胞当りのクロロフィルa量は多い(例えばBG-1の11月及び6月、BG-2の11月)。このような現象に対しては、特に珪藻の種類による特性は認められず、結局、珪藻の増殖に当って、細胞の分裂増加に比例したクロロフィルa量の増加が起らないものと推察され、その結果として細胞数の増加が著しい場合程、細胞当りのクロロフィルa量は小さな値となるものと考えられる。

2) クロロフィルaの光合成能力について

単位クロロフィルa量当りの光合成量の多少から、その時のクロロフィルaの光合成能力を推定出来るるとすれば、BG-1では1月及び2月、BG-2では2月及び3月に光合成能力の低下が認められる。これに対してBG-1、BG-2共、4月以降11月頃迄(特に8月、9月)は光合成能力の増大が認められる。一般に冬期(水温の低い時期)にはクロロフィルa自体の光合成能力が弱く、夏季(水温の高い時期)には強くなるものと考えることが出来る。この場合も珪藻の種類によって、特に強弱の差は認められない。

Table 1. Outstanding feature of interrelation among total cell number of diatoms, photosynthesis and chlorophyll *a* contents, at BG-1, showed by abbreviated marks. (cf. foot notes, p, 541)

Month	Depth	Total cell number	Total photosynthesis	Photosynthesis per cell	Photosynthesis per chlorophyll <i>a</i>	Chlorophyll <i>a</i> per cell	Dominant diatoms
Sept.	0.5	+	+	-	±	-	Chaeto. Chaeto. Chaeto., Thalnem.
	T	+	+	±	±	-	
	2T	±	+	±	±	-	
Oct.	0.5	-	±	+	+	±	Chaeto., (Thalsi.) Chaeto., Thalsi., (Coscino.) Chaeto., (Thalsi., Coscino.)
	T	--	+	±	+	±	
	2T	--	+	±	+	+	
Nov.	0.5	--	±	+	±	+	Nitz., (Chaeto., Coscino., Pleuro.) (Chaeto., Coscino., Nitz., Pleuro., Lepto.) (Coscino., Nitz., Pleuro., Chaeto.)
	T	--	±	±	±	+	
	2T	--	±	±	±	+	
Dec.	0.5	-	±	+	±	±	Chaeto., Skeleto. Chaeto., (Skeleto., Eucamp.) Chaeto., (Skeleto., Eucamp.)
	T	-	±	?	±	±	
	2T	-	±	+	±	±	
Jan.	0.5	+	±	-	-	-	Chaeto., (Eucamp.) Chaeto., (Eucamp.) Chaeto., (Eucamp.)
	T	+	±	-	±	-	
	2T	+	±	-	-	-	
Feb.	0.5	±	-	-	-	-	Eucamp., Chaeto. Eucamp., Chaeto., (Hemiaul.) Eucamp., Chaeto.
	T	±	-	-	-	-	
	2T	±	-	-	-	-	
Mar.	0.5	-	±	±	±	±	Lepto., (Rhizo.) Lepto. Lepto.
	T	-	±	±	±	±	
	2T	-	±	±	±	±	
Apr.	0.5	±	±	-	+	--	Lepto. Lepto. Lepto.
	T	±	-	-	±	--	
	2T	+	±	-	±	--	
May	0.5	±	±	+	?	?	Skeleto., (Lepto.) Skeleto., (Lepto.) Skeleto., Lepto.
	T	±	+	+	?	?	
	2T	+	+	-	+	--	
June	0.5	--	+	±	+	+	Skeleto., Chaeto., (Cerlina.) Chaeto., (Skeleto., Lepto.) (Chaeto., Coscino., Rhizo.)
	T	--	+	±	+	+	
	2T	--	±	±	+	+	
July	0.5	±	±	±	+	--	Chaeto., Skeleto. Chaeto., (Skeleto., Nitz.) Chaeto., (Eucamp.)
	T	--	-	+	±	+	
	2T	±	-	±	±	±	
Aug.	0.5	+	+	±	±	--	Skeleto., (Chaeto.) Skeleto., (Chaeto.) Skeleto., (Chaeto.)
	T	+	±	±	+	--	
	2T	+	+	±	+	--	
Sept.	0.5	-	±	±	±	±	Skeleto., Chaeto. Chaeto., Skeleto. Skeleto., Chaeto.
	T	-	±	±	±	±	
	2T	-	±	±	+	±	

3) 細胞自体の光合成能力について

クロロフィル *a* の場合と同様、単位細胞数当りの光合成量によってその光合成能力を推定した。その結果、細胞の光合成能力が強いと考えられる場合に次の3例が認められる。すなわち、第1には細胞当りのクロロフィル *a* 量が多いことが原因と思われる場合（例えば、BG-1の11月）、第2に細胞当りのクロロフィル *a* 量はさほど多くないが、クロロフィル自体の光合成能力の強いことが原因と考えられる場合（例えば、BG-1の10月や1963年9月）、第3に細胞当りのクロロフィル *a* 量も多く、同時にクロロフィル *a* 自体の光合成能力も強い場合（例えば、BG-1の6月やBG-2の11月）である。一方、細胞の光合成能力が弱いと考えられる場合には、主に細胞当りのクロロフィル *a* 量が少いことが原因となっている場合（例えば、BG-1の4月、BG-2の10月、12月、1月、4月、8月、1963年9月）と、クロロフィル *a* 量も少く、同時にクロロフィル *a* 自体の光合成能力も弱い場合（例えば、BG-1の1月、2月、BG-2の2月、3月）等がある。ところで、多くの場合細胞自体の光合成能力が強い時には総細胞数が少く、逆に光合成能力が弱い場合には総細胞数が多い。このことは、細胞自体の光合成能力が細胞当りのクロロフィル *a* 量の多少にもとずいて変化する場合の多いことを示している。特に細胞自体の光合成能力に減退がみられる場合は、総細胞数の急激な増加に伴う細胞当りのクロロフィル *a* 量の減少が主な原因となる場合が多い。相対的に総細胞数が少なければ、細胞当りのクロロフィル量は多くなり、従って細胞自体の光合成能力は強くなるものとみなすことが出来よう。尚、細胞自体の光合成能力についても、特に珪藻の種類による相違は認めることが出来なかった。

4) 総光合成量について

総光合成量の多少を、以上考察した各項目をめやすとして考察すれば、次のような推定をなすことが出来る。

今回の調査で、特に光合成量の多いのは、BG-1では1963年5月の0.5m層、8月のT層及び9月の各層、BG-2では1963年5月の0.5m層とT層、8月の2T層及び9月の各層である（このうちBG-1における5月の0.5m層の場合は、クロロフィル *a* 量の測定に失敗した為検討不可能）。このうちBG-1の1963年9月を除いた大部分の例では、総細胞数の急増が起った場合逆に細胞当りのクロロフィル *a* 量が極めて少くなる。従って細胞自体の光合成能力はさして強いとは思われない（特にBG-2の8月2T層や9月の場合は相当に弱い）のに、総細胞数が極めて多いことによって合計された光合成量が非常に多くなっている。しかし、BG-1の1963年9月の場合には、細胞数は少いがクロロフィル *a* 自体の光合成能力が極めて強いことが原因となって総光合成量が増加している。結局、珪藻の総細胞数が非常に多い場合には、細胞個々の光合成量が少くなくても、集積された総光合成量は増加するものと考えてよい。しかし、他方細胞数は多少少くても、細胞自体の光合成能力が極めて強い場合（主に高温時には、総光合成量の増加が起りうる。一方、総光合成量の減少は、細胞当りのクロロフィル *a* 量が少く、又クロロフィル *a* 自体の光合成能力が極めて弱いことに起因する場合（主に低温時、例えばBG-1の2月）と、細胞自体の光合成能力は強くても総細胞数が極めて少い為に起る場合（例えばBG-1の7月T層）がある。なお、これまでの各項目においても述べたと同様総光合成量の増減に対しても、珪藻の種類による差は特に認めることが出来なかった。現在の所、備後灘海域における総光合成量の増減は、珪藻の種類に

On division of marks, see Table 3; and on detailed value of each section, see App. Tables 3-5. Abbreviation of dominant diatoms is as follows:

Astnel.: *Asterionella*, Cerlina.: *Cerataulina*, Chaeto.: *Chaetoceros*, Coscino.: *Coscinodiscus*, Eucamp.: *Eucampia*, Hemiaul.: *Hemiaulus*, Lepto.: *Leptocylindrus*, Nitz.: *Nitzschia*, Pleuro.: *Pleurosigma*. Rhizo.: *Rhizosolenia*, Skeleto.: *Skeletonema*, Thalnem.: *Thalassionema*, Thalsi.: *Thalassiosira*.

Diatoms in parenthesis show that occurred in 10-20% of total cell number, and the others occurred in over 20%.

Table 2. Outstanding feature of interrelation among total cell number of diatoms, photosynthesis and chlorophyll *a* contents, at BG-2. (cf. foot notes, p. 541)

Month	Depth	Total cell number	Total Photosynthesis	Photosynthesis per cell	Photosynthesis per chlorophyll <i>a</i>	Chlorophyll <i>a</i> per cell	Dominant diatoms
Sept.	0.5	±	+	+	±	±	Chaeto., Thalnem. Chaeto., (Thalnem.) Chaeto., (Thalnem.)
	T	±	+	+	±	±	
	2T	±	+	+	+	-	
Oct.	0.5	+	±	-	+	--	Chaeto. Chaeto. Chaeto.
	T	±	±	±	±	-	
	2T	+	±	-	±	--	
Nov.	0.5	--	+	±	+	+	Skeleto., Chaeto., (Nitz., Coscino.) Skeleto., (Nitz., Chaeto., Coscino.) Skeleto., (Chaeto.)
	T	--	+	±	+	+	
	2T	--	+	±	+	+	
Dec.	0.5	+	±	-	±	--	Skeleto., Chaeto., Astnel. Skeleto., Chaeto., Astnel. Skeleto., Chaeto., Astnel.
	T	+	±	-	±	-	
	2T	+	±	-	±	-	
Jan.	0.5	+	±	-	±	-	Chaeto. Chaeto., (Eucamp.) Chaeto., (Eucamp.)
	T	+	±	-	±	-	
	2T	+	±	-	±	-	
Feb.	0.5	+	±	--	-	--	Chaeto. Chaeto. Chaeto.
	T	+	±	--	-	--	
	2T	+	±	--	-	--	
Mar.	0.5	+	±	-	±	-	Chaeto., (Lepto., Rhizo., Astnel.) Chaeto., (Lepto., Rhizo.) Chaeto., Lepto., (Rhizo.)
	T	+	±	-	-	-	
	2T	+	±	-	-	-	
Apr.	0.5	±	+	--	+	---	Lepto. Lepto. Lepto.
	T	±	±	--	+	---	
	2T	±	±	--	+	---	
May	0.5	±	±	±	+	--	Skeleto., Nitz. Nitz., (Skeleto.) Skeleto., Nitz.
	T	+	±	±	+	-	
	2T	±	+	±	+	-	
June	0.5						
	T						
	2T						
July	0.5	±	+	-	+	---	Skeleto., Chaeto. Chaeto., Skeleto., (Nitz.) Skeleto., Chaeto., (Thalnem.)
	T	±	±	±	+	-	
	2T	±	+	±	+	-	
Aug.	0.5	±	+	--	+	---	Skeleto., (Chaeto., Thalsi.) Skeleto. Skeleto.
	T	±	+	-	±	---	
	2T	±	±	-	+	---	
Sept.	0.5	±	±	-	+	---	Skeleto., (Chaeto.) Skeleto., (Chaeto.) Skeleto., (Chaeto.)
	T	±	±	-	?	?	
	2T	±	±	-	+	--	

Table 3. Division of value showing by abbreviated marks in Tables 1 and 2.

	Cell number	Photosynthesis (mg C/h)	Chlorophyll <i>a</i> (mg)
----	< 3,000	< 0.03	< 0.03
----	3,000 ~ 10,000	0.03 ~ 0.10	0.03 ~ 0.10
--	10,000 ~ 30,000	0.10 ~ 0.30	0.10 ~ 0.30
-	30,000 ~ 100,000	0.30 ~ 1.00	0.30 ~ 1.00
±	100,000 ~ 300,000	1.00 ~ 3.00	1.00 ~ 3.00
+	300,000 ~ 1,000,000	3.00 ~ 10.00	3.00 ~ 10.00
++	1,000,000 ~ 3,000,000	10.00 ~ 30.00	10.00 ~ 30.00
+++	3,000,000 <	30.00 <	30.00 <

は特に関係なく、細胞自体の光合成能力（活力）の強弱と総細胞数の多少によって左右されているように思われる。

以上、光合成量と現存珪藻との相互関係について二・三の考察を行ったが、海況の複雑な瀬戸内海のような海域では、今回の調査だけではこれらの関係を十分解明出来る様な資料を得ることは困難であった。今後、調査海域に出現する珪藻個々の種類について生活状況の変化や、それに伴う光合成能力の追求を行い、これらの関係を一層明らかにすることが、一つの課題のように考えられる。

動物プランクトンとの相互関係については、調査期間も僅かで、十分な考察を行うことは困難である。今後、基礎生産に関する研究と共に、二次生産についての研究を進めることも残された問題である。

要 約

- 1) 備後灘の2定点 (BG-1 及び BG-2) において、基礎生産に関する研究の一環として行われたプランクトンの定量結果並びに基礎生産量（光合成量）と現存プランクトンとの相互関係に対する考察結果とを報告した。
- 2) 珪藻類の出現数及び出現種の概要は Text-figs. 1-3 に示した。出現数は BG-2 において 1963 年 4 月以降（特に 0.5m 層で）増加がみられた。出現種は BG-1, BG-2 共、調査各月において変動が激しく、優占種も一定しなかった。
- 3) 動物プランクトンの出現数は Appendix Tables 1, 2 の通りである。特に主要橈脚類については Text-fig. 4 に出現状況を示したが、*Acartia clausi* や *Oithona nana* が優占種として出現する BG-2 は、BG-1 よりも内湾的傾向が強いものと考えられる。
- 4) 基礎生産と現存珪藻類との相互関係を追求する為に、単位細胞数当りの光合成量、単位細胞数当りのクロロフィル *a* 量、単位クロロフィル *a* 量当りの光合成量が算出された (Appendix Tables 3-5)。
- 5) 単位細胞数当りのクロロフィル *a* 量は、総細胞数の増加が著しい時程減少する傾向が認められる。逆に総細胞数の少い時に、単位細胞数当りのクロロフィル *a* 量が多い。
- 6) 単位クロロフィル *a* 量当りの光合成量によってクロロフィル *a* 自体の光合成能力を推定した。その結果、クロロフィル *a* の光合成能力は冬期（水温の低下時）に低下し、夏（高温期）に増大するものと考えられる。
- 7) 細胞自体の光合成能力（細胞当りの光合成量から推定）は、単位細胞数当りのクロロフィル *a* 量の多少と、クロロフィル *a* 自体の光合成能力の強弱に従って変化するが、全般的には単位細胞数当りの

クロロフィル量の多少に左右される場合が多い。従って細胞自体の光合成能力は総細胞数の少い時程強く、総細胞数が増加するにつれて弱くなる傾向を示す。

8) 総光合成量の増加は、大部分の例で、総細胞数が急激に増加した時に起る。この場合個々の細胞の光合成能力は低下するが、積算された光合成量は細胞数が極めて多いことによって増加する。他方少数例として、総細胞数は少くとも細胞自体の光合成能力が極めて強い場合に、総光合成量の増加が認められることがある。

9) 以上に挙げた種々の相互関係については、現存珪藻の種類による特性が全く認められない。結局備後灘海域における総光合成量の増減は、珪藻の種類に関係なく、細胞自体の光合成能力(活力)の強弱とか総細胞数の多少によって左右されているものと考えられる。

引用文献

- 1) 松平康雄他23名. 1964. 日本沿岸水域基礎生産力総合研究結果. 日本プランクトン研究連絡会報第11号, 24-73.
- 2) 遠藤拓郎. 1964. 瀬戸内海備後灘における海洋基礎生産に関する研究. I. 基礎生産および海況について. 広大・水畜産. 紀要, **5**: 517-532.
- 3) KADO, Y. 1954. The seasonal change of plankton and hydrography of the neighbouring sea of Mukaishima. Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 1. **15**: 193-204.
- 4) HIROTA, R. 1961. Zooplankton investigations in the Bingo-Nada region of the Setonaikai (Inland Sea of Japan). Ibid., **20**: 83-145.
- 5) 上野福三・井上啓晴. 1961. 真珠漁場における餌料基礎生産と漁場の海洋構造について. I 密殖と食物連鎖の関係. 国立真珠研報告, 第7号, 829-864.
- 6) 上野福三. 1957. 夏季大阪湾に於ける珪藻群集の遷移と増殖の模式的表現. (第1報) 群集の種類とその量的変動. 日本海洋学会誌, **13**: 73-78.
- 7) YAMAZI, I. 1956. Plankton investigation in inlet waters along the coast of Japan. XIX. Regional characteristics and classification of inlet waters based on the plankton communities. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., **5**: 157-196.

SUMMARY

As a section of a study on the primary production in Bingo-nada (central part of the Seto Inland Sea), quantitative examination of living plankton was carried out at two stations (BG-1 and BG-2). This paper deals with the results of the examination, and considers the quantitative relationship between the primary production and the standing crop of planktonic diatoms.

Some outstanding features of the seasonal changes in the total cell number and specific composition of planktonic diatoms are shown in Text-figs. 1-3. The total cell number of diatoms increased remarkably in and after April, 1963 at BG-2 (especially at the 0.5m depth). Species composition of diatoms varied so much from month to month that dominant species alternated frequently.

The occurrence of zooplankton is shown in App. Tables 1 and 2. *Acartia clausi* and *Oithona nana* dominantly occurred only at BG-2. From the difference of dominant copepod species (Text-fig. 4), the environmental condition at BG-2 seems to be stronger in inshore character than that at BG-1.

The quantitative relationship between primary production and living planktonic diatoms was

discussed by correlating the following variables to one another: the total cell number, the total photosynthesis, the photosynthesis per cell, the chlorophyll *a* content per cell, and the photosynthesis per unit chlorophyll *a*.

a) There is tendency that the chlorophyll *a* content per cell drops as the total cell number increases. Chlorophyll *a* content per cell is high when the total cell number is scanty.

b) The photosynthetic activity of chlorophyll *a* seems to be stronger in the warmer season, and weaker in the colder season.

c) The photosynthetic activity per cell fluctuates according to the variations in both the chlorophyll *a* content per cell and the photosynthetic activity of chlorophyll *a*. In the most cases, however, its fluctuation was caused by the variation in the chlorophyll *a* content per cell. Accordingly, there was observed a tendency that the photosynthetic activity per cell becomes weaker as the total cell number increases and becomes higher when the diatom cells are scanty.

d) In most examples, an increase in total photosynthesis was observed concurrently with a marked increase in the total cell number. In such cases, the photosynthetic activity per cell was comparatively weak, but the cumulative photosynthesis was high because of the large number of cells. On the other hand, there were cases in which an increase in total photosynthesis was observed in spite of a rather scanty cell number; in such cases the photosynthetic activity per cell was very strong.

e) The several interrelationships mentioned above were held irrespectively of the species composition of planktonic diatoms. Accordingly, it seems that an increase or decrease in the total photosynthesis in Bingo-nada is controlled not by the occurrences of any particular species of phytoplankton, but by the variations in the photosynthetic activity per cell and in the total cell number.

Appendix Table. 1. Monthly occurrence of zooplankton in number per 10 liters, at BG-1, from May to September (1963).

Species name	May		June		July		August		September	
	0.5	2T	0.5	2T	0.5	2T	0.5	2T	0.5	2T
Copeleda										
<i>Oikopleura dioica</i>	92	80	175	34	57	48	76	46	9	6
Copepoda										
<i>Paracalanus parvus</i>	6	14	148	126	13	236	71	166	31	66
<i>Centropages abdominalis</i>		2	1							
<i>C. yamadai</i>					5		27			
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>				4						
<i>Acartia clausi</i>	2	20	5	42		12				
<i>A. erythraea</i>									6	6
<i>Oithona nana</i>				2			31	26	4	8
<i>O. similis</i>	4	170		76	7	38		24	2	4
<i>Microsetella norvegica</i>	2	18		8		2		30	131	218
<i>Oncaea venusta</i>	2	16	2	6		2	1	14	15	56
<i>Corycaeus affinis</i>			4	4		10	7	16	2	
<i>C. andrewsi</i>		2	14		3	2	13		10	8
Harpacticoida spp.		2	1	2			2	2	2	
Nauplius	220	150	400	350	340	440	550	1,400	530	740
Branchiopoda										
<i>Penilia schmackeri</i>		2		2	83	44		40	3	4
<i>Podon polyphemoides</i>		6	46							
<i>Evadne nordmanni</i>	14		43						1	
Sagittioidea										
<i>Sagitta crassa</i> f. <i>naikaiensis</i>				2		8		18	6	4
Medusa					2	8	1	8	2	2
Tintinnina										
<i>Tintinnopsis</i>	30	50	50	40	40	2,200	80	380	230	280
<i>Codonellopsis</i>	670	4,980				180	10			
<i>Favella</i>	10									
Silicoflagellina			30	300	730	60	1,700	5,420	390	720
Dinoflagellata										
<i>Noctiluca</i>	310	1,330	390	40	800	40	10	600	70	40
<i>Peridinium</i>	660	210	90	420	220	600	600	1,380	460	580
<i>Pyrophacus</i>	80	40	10	20	720	260	810	220	380	340
<i>Ceratium</i>	1,960	6,740	3,970	12,200	600	8,140	1,160	4,400	22,320	22,680
<i>Dinophysis</i>	1,080	50	910		10	40	130	220	20	100
Benthos larva	60	760	70	220	30	280	380	220	1,790	1,420

Appendix Table. 2. Monthly occurrence of zooplankton in number per 10 liters, at BG-2, from May to September (1963).

Species name	May		June		July		August		September	
	0.5	2T	0.5	2T	0.5	2T	0.5	2T	0.5	2T
Copelata										
<i>Oikopleura dioica</i>	36	90	—	—	169	66	210	40	105	70
Copepoda										
<i>Paracalanus parvus</i>		8	—	—	204	262	85	76	111	248
<i>Centropages yamadai</i>			—	—	11		21	6	1	
<i>Labidocera bipinnata</i>			—	—	1				6	
<i>Acartia clausi</i>	2	84	—	—		12				
<i>A. erythraea</i>			—	—			2		1	22
<i>Tortanus forcipatus</i>			—	—						2
<i>Oithona nana</i>			—	—	25	18	94	36	207	620
<i>O. similis</i>	6	92	—	—	8	112	2	40		14
<i>Microsetella norvegica</i>			—	—			8	258	3	112
<i>Oncaea venusta</i>		16	—	—		10		8		22
<i>Corycaeus affinis</i>			—	—	3	6	8	12	3	
<i>C. andrewsi</i>			—	—	12	4	27	2	2	
Harpacticoida spp.			—	—	1	12	2	20	6	4
Nauplius	360	210	—	—	780	760	290	740	4,700	6,500
Branchiopoda										
<i>Penilia schmackeri</i>			—	—	8	90	3			
<i>Podon polyphemoides</i>		4	—	—		8				
<i>Evadne nordmanni</i>			—	—	27					2
Sagittoidea										
<i>Sagitta crassa</i> f. <i>naikaiensis</i>			—	—		12	6	14	1	16
Medusa			—	—		2	1			8
Tintinnina										
<i>Tintinnopsis</i>	5,060	2,310	—	—	470	1,540	180	260	1,450	1,700
<i>Codonellopsis</i>	2,730	20,720	—	—		20	30			100
<i>Favella</i>	10	10	—	—	110		140		50	
Silicoflagellina			—	—	4,760	120	1,580	1,180	5,400	5,200
Dinoflagellata										
<i>Noctiluca</i>	530	920	—	—	60	1,140	10	740	50	100
<i>Peridinium</i>	30	170	—	—	560	1,280	2,310	3,760	3,000	3,000
<i>Pyrophacus</i>	50		—	—	530	160	1,550	2,420	200	200
<i>Ceratium</i>	740	5,240	—	—	890	17,380	720	2,440	13,650	13,600
<i>Dinophysis</i>	20	10	—	—	60	80		20		
Benthos larva	190	350	—	—	60	480	1,030	740	100	800

Appendix Table 3. Monthly photosynthesis (C mg/h) per 1×10^7 cells of diatoms.

	BG-1			BG-2		
	0.5m	T	2T	0.5m	T	2T
Sept.	0.914	1.166	2.059	3.721	3.298	3.205
Oct.	7.999	11.435	18.080	0.938	1.166	0.713
Nov.	8.996	13.350	10.082	25.374	26.521	18.404
Dec.	5.310	—	4.468	0.447	0.389	0.525
Jan.	0.678	0.586	0.373	0.485	0.905	0.767
Feb.	0.559	0.557	0.566	0.188	0.124	0.131
Mar.	2.886	2.374	2.903	0.615	0.637	0.711
Apr.	0.602	0.308	0.356	0.206	0.132	0.130
May	8.442	3.172	0.864	1.183	2.111	1.732
June	33.646	77.612	16.364	—	—	—
July	1.353	5.882	1.423	0.379	1.116	2.951
Aug.	1.142	1.344	1.494	0.214	0.548	0.258
Sept.	21.741	23.217	14.174	0.410	0.681	0.542

Appendix Table 4. Monthly chlorophyll *a* contents (mg) per 1×10^7 cells of diatoms.

	BG-1			BG-2		
	0.5m	T	2T	0.5m	T	2T
Sept.	0.519	0.510	0.859	1.414	1.426	0.963
Oct.	1.830	2.945	3.707	0.225	0.302	0.257
Nov.	3.585	4.932	3.689	6.662	4.033	4.574
Dec.	2.231	2.943	2.134	0.260	0.324	0.354
Jan.	0.724	0.564	0.433	0.418	0.595	0.566
Feb.	0.781	0.829	0.766	0.267	0.279	0.260
Mar.	1.797	1.446	1.803	0.580	0.676	0.757
Apr.	0.139	0.120	0.136	0.046	0.024	0.038
May	—	—	0.215	0.174	0.398	0.467
June	3.466	8.806	3.580	—	—	—
July	0.243	4.706	1.301	0.055	0.369	0.733
Aug.	0.102	0.228	0.225	0.025	0.045	0.051
Sept.	1.486	1.357	1.781	0.081	—	0.114

Appendix Table. 5. Monthly photosynthesis (C mg/h) per 1 mg of chlorophyll *a*.

	BG-1			BG-2		
	0.5m	T	2T	0.5m	T	2T
Sept.	1.762	2.285	2.396	2.631	2.312	3.328
Oct.	4.371	3.882	4.877	4.169	3.857	2.776
Nov.	2.509	2.707	2.733	3.809	6.576	4.023
Dec.	2.380	—	2.094	1.717	1.199	1.482
Jan.	0.936	1.040	0.861	1.158	1.520	1.356
Feb.	0.717	0.672	0.738	0.706	0.443	0.502
Mar.	1.606	1.642	1.611	1.060	0.943	0.939
Apr.	4.316	2.576	2.611	4.520	5.578	3.452
May	—	—	4.023	6.788	5.309	3.704
June	9.708	8.814	4.571	—	—	—
July	5.560	1.250	1.094	6.845	3.022	4.026
Aug.	11.171	5.901	6.644	8.429	12.233	5.093
Sept.	14.956	17.111	7.957	5.082	—	4.765