



Title	長崎県千々石湾の底質に含まれる有機物
Author(s)	近藤, 寛
Citation	長崎大学教育学部自然科学研究報告. vol.38, p.23-36; 1987
Issue Date	1987-02-28
URL	http://hdl.handle.net/10069/32490
Right	

This document is downloaded at: 2018-11-14T18:04:02Z

長崎県千々石湾の底質に含まれる有機物*

近 藤 寛

長崎大学教育学部地学教室
(昭和61年10月31日受理)

Organic Matter in the Sediments in the
Chijiwa Bay, Nagasaki Prefecture,
Northwestern Kyushu, Japan

Hiroshi KONDO

Department of Geology, Faculty of Education
Nagasaki University, Nagasaki, Japan
(Received Oct. 31, 1986)

Abstract

The present study is based on 45 sediment samples collected in the Chijiwa bay, Nagasaki prefecture. The samples were analyzed for grain size distribution, loss on ignition (550°C, 1 hr.), elementary composition, sulfid-S and humic acid.

The central part of the bay, water depths about 29—41 meter is covered with clayey silt. Sandy sediments occur near the present coast line in water depths about 16—34 meter.

The clayey silt of the central bay smell slightly of H_2S , suggesting that the fine sediments might be anoxic. The loss on ignition range from 1.98% to 14.16% and the mean value is 11.38%. The ratio of loss on ignition/organic carbon is about 5.

The C/N ratio range from 6.67 to 11.48 and the mean value is 8.17. The C/N ratio is slightly higher in the sandy sediments. Organic carbon, total hydrogen, total nitrogen may be correlated with the mud content and clay content.

There is a good correlation between the sulfid-S and organic carbon, between the humic acid and organic carbon.

The humic acid has a absorption band near 405 m μ .

*日本地質学会第93回学術大会 (於山形大学) にて講演 (昭和61年5月5日)

1. はじめに

千々石湾は九州北西部に位置する長崎県の南部にあり、南西方向に大きく開いた湾である。一般に千々石湾の範囲は、長崎半島の先端部と天草下島北西部の富岡を結ぶ線の内側の海域とされる。従って、本報告における調査海域は千々石湾の湾奥部であり、東西約9 km、南北約12 kmの範囲である。これまでの研究で千々石湾湾奥部の底質は、中央粒径値が6~8φである細粒な泥質堆積物であることが知られている(井上, 1970; 鎌田他, 1973)。また底質の有機物量は湾奥部の試料が最も高く、強熱減量は15%, 全窒素量は360mg%, 全炭素量は20mg/gに達すると報告されている(浜田, 1970)。最近、筆者は建設省国土地理院が千々石湾湾奥部の海洋調査の際採取した底質試料を研究する機会を得たので、底質試料の粒度分析、強熱減量、CHN組成、硫化物およびフミン酸の分析結果について報告する。

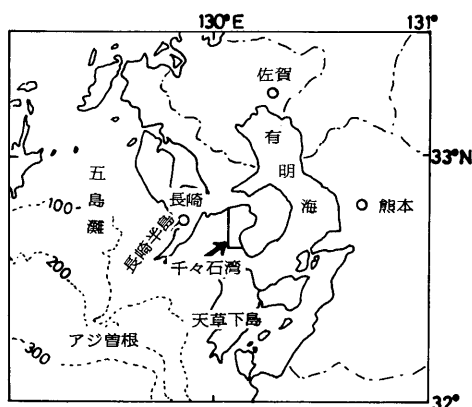
本報告で使用した試料は、1985年6月に建設省国土地理院が実施した沿岸海域基礎調査(肥前小浜東部地区)において、千々石湾湾奥部で採取された45個の試料である。貴重な試料を提供いただきました建設省国土地理院に厚く感謝いたします。本研究の機会を与えられました建設省国土地理院地理第二課庄司浩係長、川崎地質(株)の安間恵博士および物理探査部の方々に深く感謝いたします。また長崎大学教育学部地学教室鎌田泰彦教授には研究を進めるうえで、ご指導とご鞭撻をいただき深く感謝いたします。

2. 千々石湾の概況

千々石湾の地名は、この湾の周辺地域の人々がよく使う名称であり、別名は橘湾である。橘湾の地名も広く使われていて、建設省国土地理院発行の地形図には橘湾の名称が印刷されている。本論では千々石湾の名称を使用した。調査海域は、すでに述べたように千々石湾の湾奥部である。しかしこの調査海域を以下の記述においては便宜的に千々石湾とする。

千々石湾の海岸線はほぼ半円形を示し、千々石カルデラ(太田, 1973)と言われる円形の陥没地に海水が西方から侵入してできたものである。そのため海岸線から約30mの等深線までの海底地形は、比較的急な勾配である。約30m等深線より沖の海底は、30~40m水深をなす平坦面である。千々石湾の大部分を占めるこの平坦面は、カルデラ状の陥没地が堆積物で埋積されて形成されたと考えられている(鎌田他, 1973)。

千々石湾の海況については、1966年7月から3ヵ年間にわたる海況調査の結果を次に記述する。湾内には潮汐流にあまり左右されない一定方向の反時計まわりの弱い環流が形成されている。潮流は上げ潮時は0.4~0.6ノットで反時計回りであるが、江ノ浦~千々石町



第1図 長崎県千々石湾位置図

Fig. 1. Location of Chijiwa Bay, Nagasaki Prefecture.

のごく岸近いところでは地形に沿って東へ向かう0.4ノット程度の流れがあり、下げ潮時も反時計回りの水の動きがあり、流速は0.4～0.5ノットである（井上他，1970）。

調査海域の海水は、長崎半島先端部と天草下島の富岡を結ぶ範囲とする千々石湾における湾奥水であり、高温・低塩分の性質をもつ水塊である。この水塊は長崎半島寄りに茂木沖にかけて分布している。この湾奥水の底層水はケイ酸塩・亜硝酸塩に富んでいるのも特徴である（近藤他，1970）。

3. 試料の採取と分析方法

3.1 試料の採取

1985年6月24～26日に、千々石湾内に設けた南北1 km、東西2 km 間隔の測線の交点を基本とする調査地点の45箇所において、1/20m²のスミス・マッキンタイヤー型採泥器により底質試料の採取が行われた（第2図）。底質の温度は、採泥直後に測定した21個の試料については19.6～22.3℃であった。採取した試料は、分析時まで-20℃の冷凍庫内で冷凍して保存した。ただし硫化物測定用の試料は、5℃以下の冷蔵庫内で保存した。

3.2 分析方法

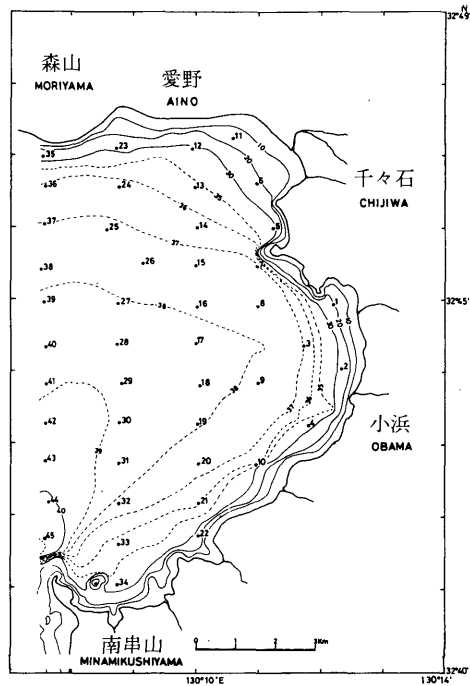
粒度分析：砂質部は篩分法、泥質部はピペット法を用いて行った。

強熱減量：105℃で乾燥後、秤量した粉末試料を電気マッフル炉内で550℃、1時間加熱して減少した重量の百分率（%）である（DEAN, 1974）。

CHN組成：有機炭素C、全水素H、全窒素Nの含有量は、5%塩酸を加えて貝殻などの炭酸塩類に由来する無機炭素を除いた試料について、CHNコーダー（柳本製作所、MT-500S）で測定した。なお本論におけるC、H、N量は、塩酸処理による試料の減量%に応じて、処理前の全乾燥試料に含まれるC、H、N量に換算したものである。

硫化物：遊離の硫化物Sは、水蒸気蒸留により試料から追い出した硫化水素を酢酸亜鉛溶液で捕集し、その留出液をチオ硫酸ナトリウム溶液で滴定した。次に蒸留フラスコ中に2N塩酸を加えて酸性とし、同じように水蒸気蒸留し、留出液を滴定した。これは結合した硫化物Sである。遊離と結合した硫化物Sの和を全硫化物S（mg/乾泥g）とした（荒川，1980）。

フミン酸：試料に0.1 N NaOH+0.1 M Na₄P₂O₇（1：1）を加え、沸騰浴中で30分間加熱



第2図 千々石湾の海底地形および底質試料採取地点

Fig.2. Bottom topography and location of the sediment samples in the Chijiwa Bay.

した後濾過する。濾液に HCl (1:3) を加え、pH を約1.5として沈澱を生じさせ、濾別と遠心分離によりフミン酸を集めた (熊田, 1981)。フミン酸の可視吸収スペクトルは、フミン酸1~1.5mg を0.1%NaOH 液20ml に溶かした液を分光光度計 (島津製作所, UV-200 型) により測定した。フミン酸の C, H, N 量は、フミン酸約20mg を石英ガラス製ポートにのせ、CHN コーダーで測定した。

4. 結果と考察

4.1 堆積物の性状

底質試料採取の際、St. 8, 17, 18, 28, 29, 30 などの底質は H₂S 臭気が認められた。これらの底質は粘土質シルトであり、表層下は還元的環境になっていることを示している。粒度分析のあとで、砂粒子を双眼顕微鏡で観察した結果、ほとんどの試料は、ケイ藻類を含んでいる。とくに St. 17の粘土質シルトは、ケイ藻が多い。植物破片は多くの試料にみられるが、沿岸部の砂~シルト砂試料に多い傾向がある。木炭は St. 1, 2, 6, 44の試料にみられる。有孔虫は、St. 1, 6, 11の試料にみられる。

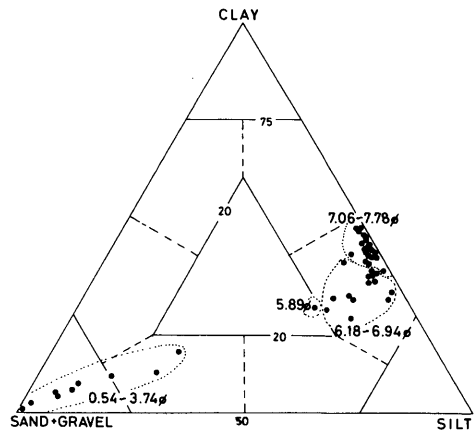
千々石湾南部の底質試料は、貝殻破片が比較的多く観察される。また試料採取の際、St. 21ではイソギンチャク、St. 32ではウニ、St. 44ではカニが見られた。一般に南部の底質は、中部~北部の底質よりも底生生物が多いといえそうであるが、今後の検討が必要である。

4.2 粒度組成

底質の粒度分析の結果は、砂 (礫を含む) -シルト-粘土の3成分比を表す三角ダイヤグラム (SHEPARD, 1954) (第3図), 中央粒径値 Mdφ の等値線図 (第4図) および含泥量の分布図 (第5図) に示した。なお、粒度分析の結果は付表1にまとめている。

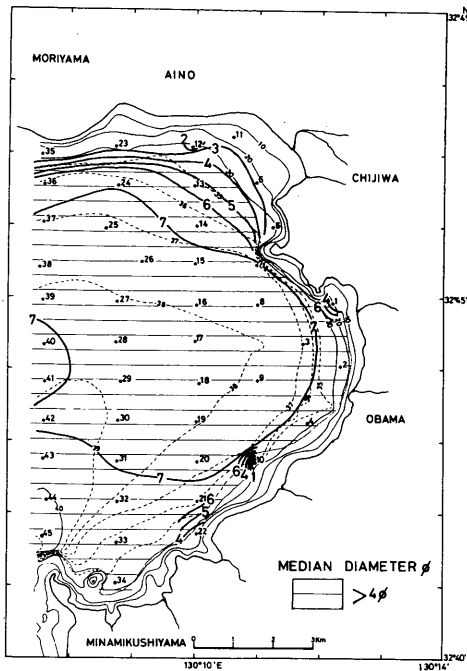
千々石湾で最も広い範囲を占める底質は、中央粒径値 Md が 7φ より小さな極細粒シルトであり、湾中央部の約37~40m 水深の所に分布している。この周囲に分布する底質は、Md が 6~7φ である細粒シルトとなり、ほぼ29~41m 水深の所にみられる。千々石湾南部においては、細粒シルトが分布する範囲は広く、その炭酸カルシウム量は比較的高くなっている (付表1)。沿岸域の海底地形が比較的急な水深約16~34m にある底質は砂質堆積物であり、それら 9 個の Md は 0.54~3.74φ である。

中央粒径値で現わした底質の区分は、砂-シルト-粘土による底質分類の方法に従うと Md が 6 φ 以上は clayey silt (粘土質シルト)、St. 13の Md=5.89φ は Sand-silt-clay, Md が 4 φ 以下は silty sand~sand (シルト質砂~

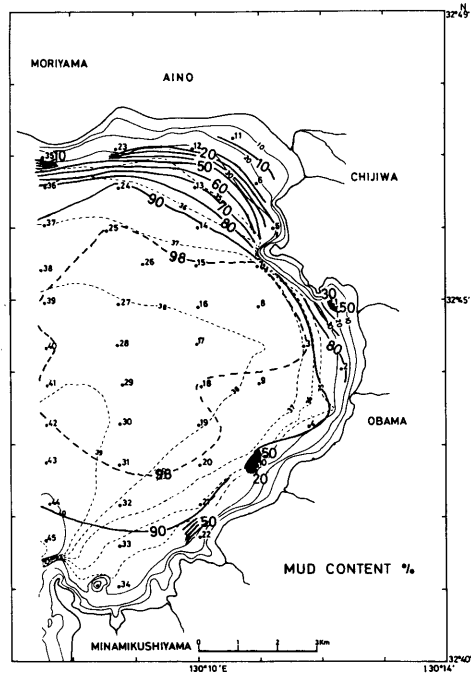


第3図 Sand-silt-clay ratio と中央粒径値

Fig.3. Sand-silt-clay-ratio and median diameter.



第4図 千々石湾における中央粒径値の分布
Fig. 4. Areal distribution of median diameter of the sediment samples in the Chijiwa bay.



第5図 千々石湾における含泥量の分布
Fig. 5. Areal distribution of mud content of the sediment samples in the Chijiwa bay.

砂)に対応している(第3図)。また、含泥量の平均値は、Mdが7φ以上の21試料は98.47%、Mdが6~7φの14試料は92.14%、Mdが4φ以下の9試料は14.01%である。測定された中央粒径値は、鎌田他(1973)の結果と比較すると、Mdが8φを越えないこと、Mdが7φ以上の範囲がやや狭いという違いが見られるが、全般的によく一致している。

千々石湾の細粒な泥質堆積物の成因について、井上(1970)は、中央粒径値Mdの分布は海底地形ならびに水塊分布との対応が顕著であることを指摘し、細粒な粒子の主要な堆積要因は海水流動の弱いことにあり、その主な供給源は島原海湾(有明海)にあると推定している。また、鎌田他(1973)は、千々石湾のもっとも細粒で、しかも有機物の多い泥質堆積物は、海況的に閉塞された湾奥固有水塊においてはじめて形成が可能であり、さらに、この部分に注ぐ陸水が少ないことも、泥質の拡散を防ぐ一因をなしているものと考えられると述べている。

4.2 強熱減量

強熱減量の測定は、底質試料に含有される有機物のおおよその総量を迅速に知る方法として広く用いられている。最近、DEAN(1974)が報告した測定方法がひんぱんに利用されている(鎌田他, 1978; 谷本他, 1984; 近藤, 1985)。本論では強熱減量と含泥量の関係、CHN組成と強熱減量の関係について考察する。なお、強熱減量の結果は、試料中の結晶水の消失、鉄の酸化反応による重量の増加などが影響するので、強熱減量の正確な意味

は複雑である (小山, 1982) とされている。

測定された強熱減量は、平均値が11.38% (45試料) であり最大値は14.61% (St. 39) である。湾内の中央部を広く占める粘土質シルトの強熱減量は、平均値が13.06% (35試料)、範囲が8.30~14.61%である。浜田 (1970) は千々石湾の底質の強熱減量 (500°C, 6時間) を測定し、最大値は15%を越えると報告しているが、今回の測定値は15%を越えていない。

他の海域での強熱減量は、瀬戸内海の約200個の表層底質では約1~12% (谷本他, 1984), 有明海北部沿岸の15試料の干潟堆積物では平均値が11.67%で、7.47~13.50% (近藤, 1986), 長崎湾の56個の底質では、平均値が8.87%で、1.93~18.86% (近藤, 1985) である。したがって、地形的には開放的な千々石湾であるが、底質の強熱減量は、ここに取りあげた干潟あるいは内湾の底質の強熱減量に相当する高い値を示している。

有機物粒子は比重が小さく、粘土などの細粒な鉱物粒子と似た沈積速度をもっと考えられる。そのため堆積物の有機物量は細粒な泥質堆積物において高い含有量を示すであろう。千々石湾の底質では、強熱減量と含泥量の相関係数は0.94, 強熱減量と粘土量の相関係数は0.90であり、強熱減量は含泥量または粘土量と高い正の相関を示している。

4.3 CHN 組成

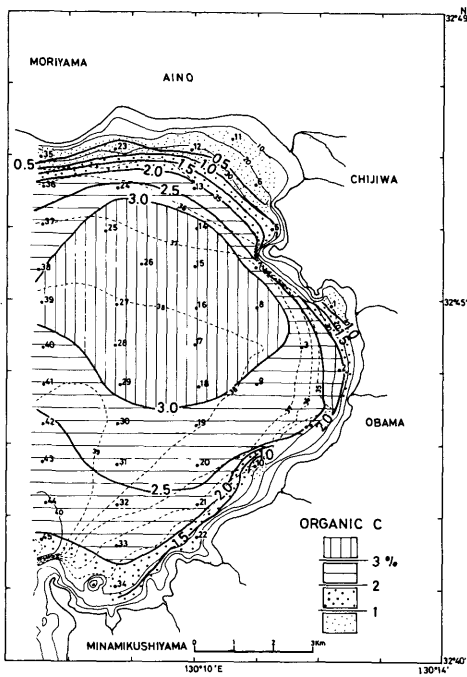
有機炭素 C, 全水素 H, 全窒素 N 量は付表 2 に示した。また、粘土質シルト, シルト質砂, 砂の各堆積物ごとに計算した C, H, N 量の平均値と範囲は第 1 表にまとめている。

有機炭素 C の最大値は, St. 26 の粘土質シルト試料であり, 3.30% である。有機炭素の分布図 (第 6 図) において, 湾内で 3% 以上の有機炭素 C 量は, 千々石湾の中央部から北部にかけての水深 36~39m にある粘土質な底質にみられる。この 3% 以上の C 量が分布

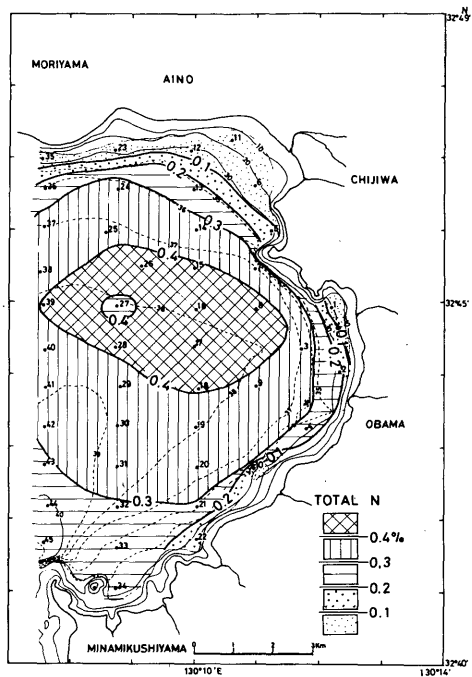
第 1 表 千々石湾堆積物の粒度組成, 強熱減量, CHN 組成 (平均値と範囲)

Table 1. The mean and range value of the median diameter, mud content, loss on ignition, CHN content and C/N ratio.

堆積物 (試料数)	Md ϕ	Mud content %	Ignition loss %	Elementary composition %			Org. C Total N
				Organic C	Total		
					H	N	
砂 (6)	2.00 0.54-2.92	10.21 1.73-17.52	3.23 1.79- 6.46	0.33 0.06-0.70	0.18 0.06-0.30	0.035 0.009-0.064	8.53 6.67-11.48
シルト質砂 (3)	3.17 2.46-3.74	36.62 25.25-46.15	8.17 5.73- 9.86	0.96 0.62-1.17	0.41 0.29-0.60	0.104 0.070-0.131	9.20 8.86- 9.82
砂・シルト・粘土(1)	5.89	78.99	11.03	2.13	0.69	0.238	8.95
粘土質シルト (35)	7.08 6.18-7.78	95.94 81.86-99.50	13.06 8.30-14.61	2.76 1.89-3.30	0.85 0.64-1.01	0.348 0.209-0.453	8.00 7.22- 9.60
全試料 (45)	6.12 0.54-7.78	80.18 1.73-99.50	11.38 1.79-14.61	2.30 0.06-3.30	0.73 0.06-1.01	0.287 0.009-0.453	8.17 6.67-11.48



第6図 千々石湾における有機炭素 C の分布
Fig.6. Areal distribution of organic carbon of the sediment samples in the Chijiwa bay.



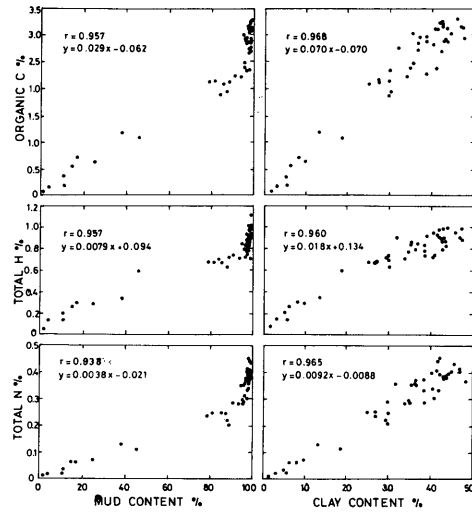
第7図 千々石湾における全窒素 N の分布
Fig.7. Areal distribution of total nitrogen of the sediment samples in the Chijiwa bay.

する範囲は、湾の中央部で98%以上である含泥量の分布状況と少し異なり、湾の北部にやや片寄っている。そして湾の南部においては C 量が2~3%である底質の分布が広がっている。水深35mより浅い沿岸部の砂質試料では、有機炭素量は2%以下となり、0.06% (St. 11) が最小である。

全窒素の分布図 (第7図) において、全窒素 N の最大値は St. 17の底質試料の0.453%である。千々石湾のほぼ中央部は、0.4%以上の全窒素 N を含む底質が分布する地域である。この範囲は、98%以上の含泥量で中央粒径値が7φ以上の地域内に入っている。

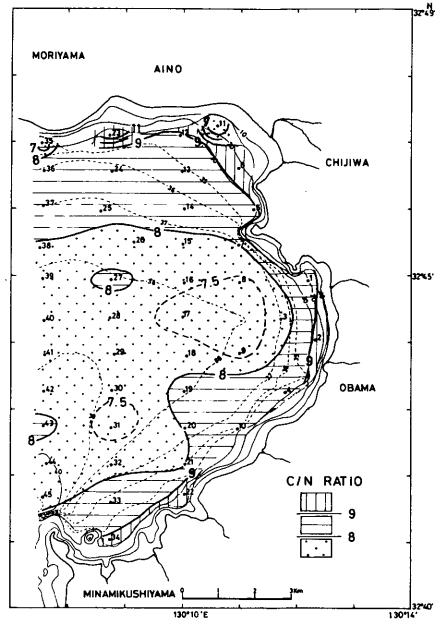
有機炭素 C, 全水素 H, 全窒素 N はそれぞれ、含泥量および粘土量と正の相関を示している (第8図)。細粒な堆積物中に有機炭素 C や全窒素 N が多く存在する理由は、前述したように、比重の小さい有機物粒子は細粒な無機粒子と水中で似た沈降速度をもち、流れの緩やかな場所に堆積する (TRASK, 1939) ためであろう。また、有機物を構成する化合物は粘土鉱物などの無機質な微粒子に吸着されるので、細粒な堆積物は有機物に富むとの考え方もある (TANG et., 1983)。

強熱減量に対する有機炭素 C, 全水素 H, 全窒素 N の割合を計算すると、45試料の平均値は、Cは19%, Hは6.4%, Nは2.4%となる。したがって、C量の約5倍量は強熱減量の値とほぼ同じになっている。一般に海底堆積物中の有機炭素量の2.50~1.49倍は、その堆積物の有機物量とされている (BADER, 1954) ので、千々石湾の堆積物で測定した強熱減量の約1/2は、有機物に起因しない減量と考えてよいであろう。



第8図 有機炭素 C, 全水素 H, 全窒素 N と含泥量および粘土量の関係

Fig.8. Relationship between organic carbon, total hydrogen, total nitrogen and mud content, clay content.



第9図 千々石湾における C/N 比の分布

Fig.9. Areal distribution of C/N ratio of the sediment samples in the Chijiwa bay.

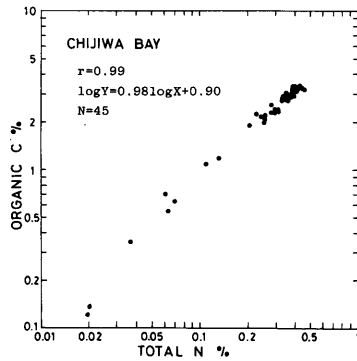
4.4 C/N 比 (炭素率)

45試料の C/N 比の平均値は8.17であり、11.48~6.67の範囲にある。千々石湾の底質の大部分を占める粘土質シルトの平均値は8.00 (35試料) である (第1表)。やや粗粒なシルト質砂や砂試料の C/N 比は、粘土質シルトの平均値8.00より大きい傾向を示している。

C/N 比の分布図において C/N 比が8以下の試料は、千々石湾中央部の広い範囲にみられる。第9図では C/N 比が8の線は、37m 等深線と、C/N 比が9の線は、30m 等深線とおおよそ一致している。また30m 以浅の沿岸部の C/N 比は、St. 35と St. 11を除き、9よりも大きい。これらのことは、水深が浅くなるにつれ、堆積物の粒径は徐々に粗粒となり、C/N 比は徐々に大きくなる一般的傾向を示している。

なお砂粒子の観察では千々石湾の底質試料には、九州北西部海域の多くの底質に含まれる石炭微粒子 (鎌田他, 1984) は認められないので、C/N 比が異常に高い値を示すことはない。

BADER (1955) は、C 量と N 量は両対数グラフにおいて直線関係を示し、その直線の傾斜は、堆積環境が異なる試料では変化すると述べている。また、直線の傾斜が1より大きい場合、C/N 比は有機物量の増大と共に高くなり、逆に1より小さいとき、C/N 比は小さくなるのと述べている。千々石湾の試料における C と N の関



第10図 有機炭素 C と全窒素 N の関係

Fig.10. Relationship between organic carbon and total nitrogen.

係は第10図に示した。有機炭素 C と全窒素 N は正の相関 ($r=0.99$) を示し、両者の回帰直線の傾斜は0.98である (第10図)。傾斜は1より小さいので、試料に含まれる有機物量が増大すると、C/N 比は小さくなることを示している。しかし第9図において、N 量が0.2%の付近を境にして、C 量と N 量の回帰直線の傾斜が変化するようである。そこで N 量が0.2%を越える粘土質シルト35試料について回帰直線式を求めると、 $\log y = 0.78 \log x + 0.80$ 、相関係数 $r=0.96$ であり、傾斜は1より小さい。しかし N 量が0.2%以下の砂質堆積物9試料における回帰直線は $\log y = 1.14 \log x + 1.12$ 、相関係数0.99である。砂質堆積物における回帰直線の傾斜1.14は、有機物量の増加と共に C/N 比は増大することを表わしている。

細粒な泥質の堆積物は、砂質堆積物よりも低い C/N 比を示している (第1表)。千々石湾の砂と粘土質シルトにおける C/N 比の相違をもたらす原因については今後の研究課題であるが、泥質の海底堆積物が低い C/N 比を示す問題に関して、市原・黒田 (1964) は有明海海底沖積層の砂～泥試料の C/N 比は有機物が多い泥試料が低く、泥と砂の C/N 比の相違は粘土鉱物のアンモニウム固定能によるものではなく、供給された有機物の相違あるいは砂～泥試料中での有機物の分解速度の差によると報告している。一方、MÜLLER (1977) は、中央太平洋の2個の深海堆積物コア試料は高い無機アンモニウム含有量のために C/N 比は低く、有機窒素化合物は粘土鉱物に吸着し、バクテリアによる分解を受けにくいと報告している。

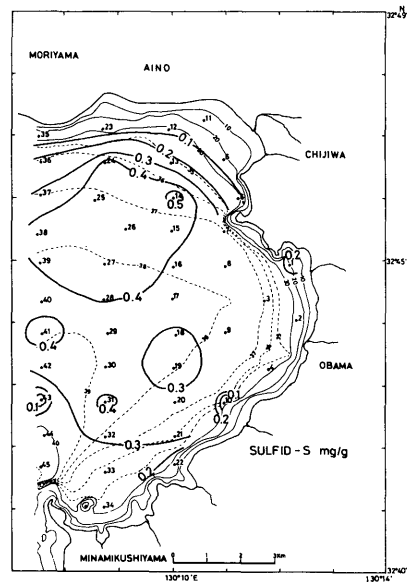
4.5 硫化物

海底堆積物に含まれる有機物は、酸化環境下で分解するとき酸素 O_2 を消費するが、多量に有機物が存在する底質は、有機物の分解により酸素 O_2 が消費つくされて還元環境に変化する。還元環境下では嫌気性細菌である硫酸還元菌は増加し、 SO_4^{2-} を還元して H_2S を発生させる。そのため底質は H_2S 臭気をおび、また発生した H_2S は金属類と化合して硫化物となる。そして還元環境下におかれた底質では、酸化による有機物の分解が進まず、また底生生物の欠如によって有機物の消費が進まないため有機物は保存されるであろう。

底質試料採取の際、多くの底質試料で H_2S 臭気が認められたので、硫化物の分布および硫化物と有機物の関係について調べた。

遊離硫化物と結合硫化物を合計した全硫化物について述べる。硫化物量はイオウ S で示し単位は mg/g 乾泥である。全硫化物 S の量は平均値が 0.295 mg/g であり、最大値は St. 14 の 0.506 mg/g である。なお、結合硫化物 S の量は、遊離硫化物 S の 2～3 倍である試料が多い。

全硫化物 S の分布は第11図に示した。0.4 mg/g 以上の全硫化物 S は、千々石湾の北部海域の9地点の底質にみられる。この範囲は有機炭素 C 量が3%以上である範囲 (第6図) に含



第11図 千々石湾における全硫化物 S の分布
Fig.11. Areal distribution of sulfid-S of the sediment samples in the Chijiwa bay.

められ、有機炭素に富む底質は、全硫化物 S が多くなっている。また、全硫化物 S と有機炭素 C との関係(第12図)は、高い正の相関($r=0.90$)が認められる。なお LEVENTHAL (1983) は、黒海の現世堆積物について、硫化物 S の量は著しく高い値を示し、硫化物 S と有機炭素の間には直線関係があると報告している。

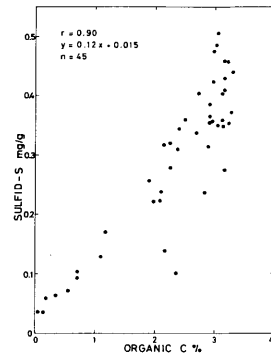
4.6 フミン酸

12個の試料において抽出されたフミン酸の量は乾燥試料の0.06~0.87%であり、平均値が0.61%である。この量は、有明海北部沿岸の干潟堆積物のフミン酸の平均値0.75% (9試料)、範囲は0.64~0.99% (近藤, 1986) より低く、アジ曾根海域堆積物のフミン酸の平均値0.23% (10試料)、範囲は0.05~1.11%より高い。

海底堆積物のフミン酸は有機炭素と正の相関を示すことが知られている (BORDOVSKIY, 1965) が、千々石湾の底質のフミン酸では、フミン酸と有機炭素 C の相関係数は0.97である (第13図)。

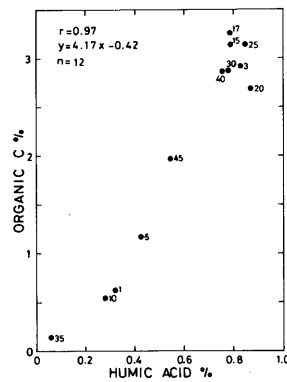
フミン酸の C, H, N 量は付表 3 に示した。表中の酸素量 O は、フミン酸試料の初量から C, H, N 量、灰分量を差し引いた残量であり、その後 C, H, N, O 量を合計すると100%になるように補正した。フミン酸の C, H, N 量は、平均値で C : 47.92%, H : 5.51%, N : 5.07% である。これらの値は、有明海北部沿岸の干潟堆積物、アジ曾根海域堆積物のフミン酸の C, H, N 量の平均値とほとんど変わらない。

フミン酸 1~1.5mg を0.1% NaOH 液10ml に溶かした液で測定した可視吸収スペクトルは第14図である。渡辺 (1969) による可視吸収スペクトルによるフミン酸の分類、I 型：短波長より長波長に向かってほぼ直線的に上昇するもの、II 型：波長405m μ 付近に肩状の吸収帯をもつもの、III 型：405m μ 付近の吸収帯がII 型よりさらに顕著なもの、にあてはめるとき、千々石湾堆積物のフミン酸にみられる吸収スペクトルは、II 型にほぼ一致する。



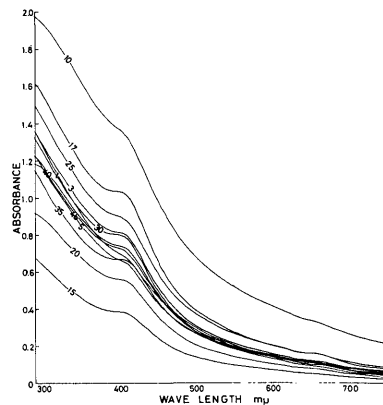
第12図 全硫化物 S と有機炭素 C の関係

Fig.12. Relationship between sulfid-S and organic carbon.



第13図 フミン酸と有機炭素 C の関係

Fig.13. Relationship between humic acid and organic carbon.



第14図 フミン酸の可視吸収スペクトル

Fig.14. Visible spectra of humic acid.

5. ま と め

長崎県千々石湾から採取した45個の底質試料について、粒度組成、強熱減量 (550°C, 1時間)、有機炭素 C・全水素 H・全窒素 N 量、硫化物、フミン酸の測定を行なった。

1. 底質試料採取の際、湾中央部の一部の粘土質シルトは、 H_2S 臭が認められた。これらの底質は、表層下は還元環境となっている。
2. 砂粒子を観察した結果、ほとんどの試料はケイ藻類を多く含んでいる。植物破片は多くの試料に認められるが、沿岸部の試料において多い傾向がある。また、沿岸部の試料は木炭を含むことがある。貝殻片などは南部の底質試料で多くなっている。
3. 千々石湾中央部の29~41m 水深の平坦面には、中央粒径値が6~7 ϕ の粘土質シルトの底質が広く分布する。沿岸部は水深が16~34mの比較的急な海底地形であり、底質は砂質堆積物である。
4. 強熱減量は粘土質シルトの試料 (St. 39) が最大値14.61%を示す。強熱減量の平均値11.38%は、有機炭素 C 量の平均値2.30%の約5倍の大きさである。底質の有機物量は、有機炭素の2.50~1.49倍とみれば (BADER, 1954)、強熱減量の一部は有機物に起因しない減量である。
5. 有機炭素 C, 全水素 H, 全窒素 N は、それぞれ含泥量、粘土量と正の相関があるが、相関係数は粘土量との関係において高い。
6. C/N 比は6.67~11.48の範囲にあり平均値は8.17である。細粒な粘土質シルトの C/N は8.0である。シルト質砂~砂試料の C/N はやや高くなっている。
7. 全硫化物 S は有機炭素量とよい正の相関 ($r=0.90$) がある。
8. フミン酸量と有機炭素量の間には正の相関がある。フミン酸の量は、有機炭素量のおおよそ1/4である。フミン酸の可視吸収スペクトルは、405m μ に吸収帯をもち、渡辺 (1969) の分類法にあてはめるとII型に相当する。

参 考 文 献

- 荒川 清 (1980) : 底質調査法 新編水質汚濁調査指針 日本水産資源保護協会編, 273-272.
- BADER, R.G. (1954) : Use of factors for converting carbon or nitrogen to total sedimentary organics. *Science* 120, 29, 709-710.
- (1955) : Carbon and nitrogen relations in surface and subsurface marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 7, 205-211.
- BORDOVSKIY, K.O. (1965) : Accumulation and transformation of organic substances in marine sediments. *Marine Geol.*, 3, 1-83.
- DEAN, W.E. (1974) : Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition : Comparison with other methods. *Jour. Sed. Petro.*, 44, 1, 242-248.
- 浜田七郎 (1970) : 橘湾における堆積物の有機物分布 橘湾をモデルとした海況および魚群分布調査報告 西海区水産研究所, 33-36.
- 市原優子・黒田紀子 (1964) : 有明海海底の沖積層に含まれる有機物 地質雑, 70, 831, 572-579.

- 井上尚文 (1970) : 橘湾の海底地形の概要と堆積物の粒径分布 橘湾をモデルとした海況および魚群分布調査報告 西海区水産研究所, 23-32.
- 鎌田泰彦・堀口承明・井上昌幸・渡辺博光 (1973) : 長崎県千々石湾の底質 とくに泥質堆積物の分布について 長崎大学教育自然科学研報, 24, 61-79.
- ・西岡幸一・木寺久美子 (1978) : 長崎県諫早湾の干潟堆積物の強熱減量 (海底堆積物の強熱減量その1) 同上29, 81-90.
- ・近藤 寛 (1984) : 九州北部沿岸海底の表層堆積物中に含まれる石炭微粒子の分布 1984年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 283.
- 近藤正人・浜田七郎・井上尚文 (1970) : 橘湾の海況 橘湾をモデルとした海況および魚群分布調査報告 西海区水産研究所 23-32.
- 近藤 寛 (1985) : 長崎湾の底質と有機物 長崎大学教育自然科学研報 36, 25-41.
- (1986) : 有明海北部沿岸の干潟堆積物に含まれる有機物 同上 37, 45-56.
- 小山忠四郎 (1982) : 水質・底質化学分析法 成文堂 1-238.
- 熊田恭一 (1981) : 土壌有機物の化学 第2版 学会出版センター 1-304.
- LEVENTHAL, J.S. (1983) : An interpretation of carbon and sulfur relationships in Black Sea sediments as indicators of environments of deposition. *Geochim. Cosmochim. Acta* 47, 133-137.
- MÜLLER, P.J. (1977) : C/N ratios in Pacific deep-sea sediments : Effect of inorganic ammonium and organic nitrogen compounds sorbed by clays. *Geochim. Cosmochim. Acta* 41, 765-776.
- 太田一也 (1973) : 島原半島における温泉の地質学的研究 九州大学理学部島原火山観測所研究報告 第8号, 1-33.
- SHEPARD, F.P. (1954) : Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Jour. Sed. Petrol.*, 24, 2, 165-168.
- TANG, Y., GONG, M. and ZHU, F (1983) : Study on some organic matter in the sediment from the East China Sea. *Proceedings of international symposium on sedimentation on the continental shelf with special reference to the East China Sea*, China Ocean Press.
- 谷本照己・川名吉一郎・山岡到保 (1984) : 瀬戸内海における底質の粒度組成と有機物 中国工業技術試験所報告 21, 1-11.
- TRASK, P.D. (1939) : Organic content of recent marine sediments. *Recent Marine Sediments, A symposium*. *Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 428-453.
- 渡辺 浩 (1969) : 北海道の内湾・潟湖底質中の有機物 —サロマ湖・厚岸湖・厚岸湾— 地質雑, 75, 4, 209-223.

付表1 千々石湾堆積物の粒度組成

Station	Depth m	CaCO ₃ content %	Md ϕ	Statistical measures				Gravel-Sand-Silt- Clay ratio				Mud content %	Name of Sediment SHEPARD, 1954	Ignition loss %
				TRASK, 1932		INMAN, 1952		Gravel	Sand	Silt	Clay			
				So	Sk	$\sigma\phi$	$\alpha\phi$							
1	21.2	8.29	3.31	1.57	0.87	1.68	0.56	0.30	74.45	15.78	9.47	25.25	Silty sand	5.73
2	29.0	8.42	6.34	3.25	0.53	2.74	0.33		11.29	59.14	29.57	88.71	Clayey silt	11.73
3	37.0	6.61	7.52	3.29	0.54	2.19	0.20		0.98	55.87	43.15	99.02	"	13.77
4	32.3	6.11	6.75	3.33	0.47	2.49	0.35		3.99	60.78	35.23	96.01	"	12.25
5	32.2	24.87	2.46	5.77	0.24	3.76	0.32	11.31	50.22	25.38	13.09	38.47	Silty sand	8.92
6	22.3	6.53	2.92	1.42	0.93	0.81	0.10	0.20	88.52	6.32	4.96	11.28	Sand	4.09
7	37.0	6.77	7.73	3.63	0.57	2.12	0.16		1.35	51.14	47.51	98.65	Clayey silt	11.75
8	37.5	4.19	7.46	3.39	0.53	2.19	0.23		1.11	57.19	41.70	98.89	"	13.72
9	37.7	8.67	7.43	3.64	0.43	2.24	0.22		2.33	54.15	43.52	97.67	"	13.81
10	34.0	28.96	0.54	4.07	1.82	3.03	-0.06	34.66	50.21	9.02	6.11	15.13	Sand	2.85
11	16.0	7.22	2.17	1.50	0.99	0.84	-0.01		98.27	0.39	1.34	1.73	"	1.79
12	31.5	4.80	1.18	1.70	0.83	1.26	0.26	0.53	88.33	5.72	5.42	11.14	"	2.16
13	35.2	10.41	5.89	4.01	0.64	2.95	0.25	0.38	20.63	51.83	27.16	78.99	Sand silt clay	11.03
14	36.4	7.15	6.74	3.49	0.40	2.47	0.35		4.80	59.95	35.25	95.20	Clayey silt	13.72
15	37.3	7.00	7.78	3.39	0.64	2.08	0.14		1.52	51.53	46.95	98.48	"	13.66
16	37.9	7.36	7.38	3.45	0.47	2.22	0.25		0.80	57.77	41.43	99.20	"	13.81
17	38.2	2.45	7.20	3.35	0.45	2.24	0.31		1.15	56.61	42.24	98.85	"	13.99
18	38.3	6.34	7.47	3.52	0.46	2.20	0.23		2.01	55.53	42.46	97.99	"	12.77
19	38.1	10.07	7.61	3.29	0.81	2.33	0.08	0.22	1.28	58.28	40.44	98.72	"	13.93
20	37.3	10.34	7.34	3.65	0.42	2.27	0.24		1.82	55.79	42.17	97.96	"	13.59
21	36.1	13.77	6.68	3.16	0.46	2.47	0.37	4.30	4.16	61.26	34.58	95.84	"	13.28
22	28.0	17.61	3.74	4.69	0.29	3.45	0.37	0.90	49.55	27.49	18.66	46.15	Silty sand	9.86
23	28.9	25.33	2.88	1.65	1.00	1.50	0.29		81.58	9.60	7.92	17.52	Sand	6.46
24	36.2	7.61	6.94	2.97	0.45	2.25	0.40		3.60	59.67	36.73	96.40	Clayey silt	11.89
25	37.2	8.38	7.44	3.37	0.42	2.13	0.27		1.78	54.68	43.54	98.22	"	12.18
26	37.4	5.94	7.58	3.58	0.48	2.14	0.22		0.50	53.65	45.85	99.50	"	14.27
27	38.1	7.28	7.30	3.06	0.47	2.11	0.33		1.73	55.84	42.43	98.27	"	13.40
28	38.5	6.14	7.75	3.51	0.53	2.07	0.18		0.78	52.09	47.13	99.22	"	13.83
29	38.8	7.75	7.24	3.89	0.37	2.33	0.26		1.16	54.52	44.32	98.84	"	13.55
30	38.9	9.71	7.62	3.33	0.56	2.16	0.18		1.10	55.85	43.05	98.90	"	13.88
31	38.6	11.56	7.06	3.33	0.46	2.33	0.31		1.29	62.39	36.32	98.71	"	14.13
32	37.8	15.12	6.74	3.33	0.50	2.50	0.33	0.33	5.64	60.25	33.78	94.03	"	13.69
33	35.7	17.52	6.18	3.08	0.77	2.51	0.18	0.56	13.68	60.78	24.98	85.76	"	13.64
34	32.1	17.65	6.39	3.80	0.59	2.98	0.22	0.54	14.83	54.83	29.80	84.63	"	12.21
35	25.0	9.87	2.30	1.62	1.09	1.05	-0.08	0.34	95.20	1.68	2.78	4.46	Sand	2.02
36	36.1	15.35	6.22	3.57	0.72	3.01	0.21	0.24	17.90	54.87	26.99	81.86	Clayey silt	13.26
37	37.0	9.43	7.25	3.82	0.40	2.34	0.25		3.09	58.38	38.53	96.91	"	13.08
38	37.7	9.59	7.06	3.39	0.37	2.28	0.35		2.82	58.63	38.55	97.18	"	13.92
39	38.1	8.28	7.08	2.90	0.53	2.26	0.36		1.23	58.30	40.47	98.77	"	14.61
40	38.5	10.95	6.91	2.97	0.52	2.36	0.35		2.73	60.85	36.42	97.27	"	11.82
41	38.9	10.80	6.81	3.30	0.50	2.49	0.31		1.58	66.71	31.71	98.42	"	8.30
42	39.3	13.49	7.22	3.66	0.38	2.32	0.26		2.07	56.98	40.95	97.93	"	12.88
43	39.7	14.69	6.42	3.21	0.43	2.59	0.40		3.30	66.84	29.86	96.70	"	11.60
44	40.1	15.26	6.94	3.90	0.42	2.51	0.27		8.81	52.67	38.52	91.19	"	12.08
45	40.8	15.93	6.39	3.80	0.53	2.80	0.30		12.02	57.97	30.01	87.98	"	13.08

付表2 千々石湾堆積物の CHN 組成

Station	Elementary composition %			Org. C Total N	Station	Elementary composition %			Org. C Total N
	Organic C	Total				Organic C	Total		
		H	N	H			N		
1	0.62	0.29	0.070	8.86	24	2.96	0.86	0.356	8.31
2	2.14	0.73	0.223	9.60	25	3.15	0.84	0.382	8.25
3	2.92	0.91	0.382	7.64	26	3.30	0.96	0.435	7.59
4	2.50	0.85	0.285	8.77	27	3.21	0.88	0.393	8.17
5	1.17	0.34	0.131	8.93	28	3.15	1.00	0.404	7.80
6	0.35	0.20	0.037	9.46	29	3.04	1.01	0.393	7.74
7	2.95	0.90	0.368	8.02	30	2.89	1.01	0.381	7.59
8	3.24	0.99	0.441	7.35	31	2.71	0.81	0.372	7.28
9	2.88	0.88	0.388	7.42	32	2.24	0.72	0.285	7.86
10	0.54	0.26	0.064	8.44	33	2.09	0.68	0.251	8.33
11	0.06	0.06	0.009	6.67	34	1.89	0.71	0.209	9.04
12	0.17	0.14	0.021	8.10	35	0.14	0.14	0.020	7.00
13	2.13	0.69	0.238	8.95	36	2.16	0.68	0.252	8.57
14	3.04	0.86	0.354	8.59	37	2.89	0.85	0.336	8.60
15	3.15	0.92	0.412	7.65	38	2.97	0.94	0.377	7.88
16	3.11	0.94	0.408	7.62	39	3.13	0.97	0.402	7.79
17	3.27	0.92	0.453	7.22	40	2.87	0.79	0.360	7.97
18	3.16	0.81	0.404	7.82	41	2.77	0.91	0.358	7.74
19	2.81	0.73	0.341	8.24	42	2.36	0.76	0.306	7.71
20	2.69	0.92	0.336	8.01	43	2.36	0.74	0.291	8.11
21	2.39	0.79	0.299	7.99	44	2.26	0.75	0.287	7.87
22	1.08	0.60	0.110	9.82	45	1.96	0.64	0.249	7.87
23	0.70	0.30	0.061	11.48					

付表3 千々石湾堆積物のフミン酸の CHN 組成

Station No.	Ash content	Elementary composition %				Atomic ratio	
		C	H	N	O	H/C	N/C
1	17.25	47.73	5.25	4.76	42.26	1.311	0.086
3	15.58	48.08	5.51	5.14	41.27	1.365	0.092
5	17.31	50.22	5.52	5.37	38.89	1.310	0.092
10	50.97	43.14	5.98	4.86	46.02	1.651	0.097
15	10.11	50.75	5.05	5.40	38.80	1.186	0.091
17	26.36	48.99	5.49	5.11	40.41	1.335	0.089
20	18.12	46.69	5.42	5.30	42.59	1.384	0.097
25	41.24	45.12	5.51	4.89	44.48	1.456	0.093
30	15.83	49.95	5.70	4.75	39.60	1.359	0.081
35	23.95	48.20	5.43	4.76	41.61	1.343	0.085
40	10.12	48.73	5.72	5.52	40.03	1.398	0.097
45	32.03	47.45	5.56	4.96	42.03	1.395	0.090