

概 要

本報告書は横浜港の水域環境の変遷を、底質柱状試料の生物学的調査から解明したものである。底質柱状試料は横浜港内港地区の2地点、大岡川の河口部前面と北水堤の西側で採取した。底質柱状試料の堆積年代は鉛210法により測定した。生物学的調査は「横浜市域の古環境研究会」(代表 神奈川県立生命の星・地球博物館 松島義章)が行い、貝類、有孔虫類、介形虫類、花粉、珪藻、渦鞭毛藻の6生物群に関して実施した。以下は調査結果の概要である。

底質柱状試料について

横浜港内港地区の2地点において底質柱状試料を採取し、鉛-210法を用いて底質柱状試料の堆積年代を推定した結果、大岡川河口部のSt.1では表層から11cmの部分で1985年頃、23cm-1980年頃、45cm-1970年頃、74cm-1950年頃に堆積したと推定された。内防波堤西側のSt.2では、表層から6.3cmの部分で1985年頃、14cm-1980年頃、26cm-1970年頃、48cm-1950年頃、70cm-1930年頃に堆積したと推定された。

また、放射性物質のセシウム-137は核実験が盛んに行われるようになった1955年以降の年代から検出され、核実験による放射能汚染の影響が確認された。化学物質による汚染に関しては、PCBによる汚染が1960年頃から始まり1970年代の後半から1980年頃に最大値を示した。DDTは、急激な濃度の増加を示す年代が地点により異なり、St.1が1970年頃、St.2が1960年頃であった。そして、1970年頃をピークにその後は急激に減少していた。有機スズ化合物は、1960年頃から濃度が上昇し始め、その後も上昇傾向が続いていることが確認された。

鉛-210法により得られた堆積年代とPCB等の化学物質やセシウム-137による環境汚染の履歴は、使用実態・史実とほぼ一致していた。したがって、鉛-210法で推定した堆積年代はかなり確実なものと思われる。

底生有孔虫化石に基づく約130年間の横浜港の環境変遷

過去130年間の横浜港の環境変遷を、底質の柱状試料中に産する底生有孔虫化石群集から推定した。

横浜港は、1870年以降1930年までは比較的高塩分の通水性の良い環境であった。1930年以降1940年ぐらゐまで溶存酸素量が減少したが、1940-1950年までの第二次世界大戦前後には溶存酸素量は高かった。1955年以降、新しい埠頭の建設に伴う海水の交換率の低下により、塩分が低下し始めた。1960年代には港の富栄養化が進行し、底質の溶存酸素量が低下した。この時期には重金属の量も増加し、産業による重金属汚染も進行したことを示している。1970年以降はあまり変わらずに推移している。このように、横浜港内の水質は日本の高度経済成長期であった1930年代と1960年代とに悪化し、その後少し浄化している。また、1945年前後の、第二次世界大戦の時期には、都市生活の停滞と産業の衰退のために一時的に港内の環境が好転したのは皮肉である。

以上のように、横浜港の底生有孔虫群集の解析結果は港の発展史や汚染史をよく反映した環境変遷を描き出した。このことは、堆積物中の底生有孔虫化石の分析は、数十年や数百年程度の近い過去の環境解析を行う時に有用であることを示している。

横浜港底質柱状試料中の介形虫類

横浜港の底質柱状試料が示す介形虫群集は、ほとんどの層準において *Bicornucythere bisanensis* (*B. bisanen-*

sis)を最優占種とし、他種はいずれも従属種となっている。したがって、これらの堆積物は、*B. bisanensis*の生息環境下(水深5~10 m, 塩分濃度20~30%, 底質5~7 Mdφ(シルト))で堆積したものと推定される。

次に、介形虫の分析結果から横浜港内の古環境の変遷を考察すると、1870年頃は典型的な内湾泥底の豊富な生物群の生息環境を示している。しかし、1890年から1960年にかけては、生物にとって環境がやや悪化したことを伺わせる。特に、1910年と1930年頃には底生生物にとって最悪の環境悪化があったことを示している。その後、1970年以降は底生生物がほとんど生息できない環境になっている。

これまで、横浜港およびこの付近の海域における介形虫類の研究は皆無であった。しかし、筆者が英国のHancock博物館で見つけたG. S. Brady (Challenger Reports (1880)で介形虫類を担当)の収集標本は大変興味深い事実を提供している。その中の”Yokohama, Japan, 1874, Ostracoda”と表記された一枚のファウナルスライドは、まさしく1874年に横浜港で採取された表層堆積物中の介形虫群集である。このリストに見られる群集は、底質柱状試料の100~130 cm (1870~1900年)に見られる群集とほとんど同じ組成からなる。両群集は従属種において、わずかに数種が入れ代わる程度の相違しかない。したがって、この1874年の横浜港の底質表層部に生息していた介形虫群集は、底質柱状試料の100~130 cmにみごとに保存されていたことになる。

貝類群集からみた横浜港の現生堆積物における環境変遷

確認された貝類は、シズクガイ、チヨノハナガイ、ヒメカノコアサリなどの2枚貝類が14種、角貝類が1種、ムシロガイ、マメウラシマ等の巻貝類7種の合計22種であった。シズクガイ、チヨノハナガイ等は強内湾性種で特徴づけられる。これらの貝類遺骸群集は、シズクガイを優占種とする内湾停滞域群集に内湾泥底群集構成種を伴う混合群集として認められる。これを堆積年代と照合すると、1965年頃までは混合群集が生息できる環境であったと推測される。しかし、その後の急激な環境の悪化に伴い、混合群集のなかでも還元環境下で生息できるシズクガイを除く他の種が消滅した。これは、横浜港を取り巻く社会環境の変化、特に都市化の進展によるものと思われる。横浜港の集水域である帷子川の流域における都市化の変遷は、昭和35年(1960)の人口が248000人で都市地率20%であったのが、昭和45年(1965)には人口414000人で都市地率43%にまで進展し、自然地が激減した。この1960年から1970年にかけての都市化の進展の時期と、横浜港の環境悪化の時期は一致している。

横浜港 St. 1 底質柱状試料中の渦鞭毛藻シスト群集

今回の堆積物中の渦鞭毛藻シスト群集には *Gonyaulax* 属のシストである *Spiniferites* 属や *Lingulodinium* 属さらにギムノディニューム類の *Polykrikos* 属や *Pheopolykrikos* 属、*Cochlodinium* 属のシストが含まれていた。単位容積(1 ml)あたりのシスト個体数の変化は-45~46 cm 層準に認められ、その下位では個体数が5500~8700 cysts/mlの範囲にあり、上位の2~5倍であった。これは、1970年代に始まる経済の高度成長に伴う都市化の影響が大きいと予想される。さらに、シスト群集の生態的な性質からみるとやはり-45~46 cm 層準を境にして、これより下位では独立栄養種のシストが50%を上回るのに対して、これより上位では-35~36 cm 層準と-10~11 cm 層準を除いて従属栄養種とくにプロトペリディニューム類のシストが優占している。この従属栄養種の優占時期に珪藻類の *Skeletonema costatum* も優勢であることが一致しており、渦鞭毛藻シスト群集組成の変化が珪藻を中心としたプランクトン相の変化に呼応していることが認められた。

また、-10~11 cm 層準では *Gyrodinium instriatum* のシストが渦鞭毛藻シスト群集の54%を占めていた。この結果から、-10~11 cm 層準(1980年前後)で *G. instriatum* 栄養細胞が横浜港内において異常増殖し、

赤潮を形成した可能性が考えられる。なお本種は日本沿岸域での赤潮原因種の1種として知られている

横浜港底質柱状試料中の珪藻遺骸群集

横浜港内 St. 1 および 2 において採取された底質柱状試料の珪藻遺骸群集の分析を行った。横浜港内では、閉鎖性海域の代表的な珪藻 *Thalassionema nitzschioides* は 1970 年頃より以前においてよく出現していたものと推定された。また St. 1 では、淡水生種が深度 45 cm でやや増加し、1970 年頃に河川水の影響が一時的に大きくなるようなイベントがあったものと推定された。

東京湾で発生する赤潮原因生物の一つである *Skeletonema costatum* の出現状況に着目したところ、St. 1 では、堆積年代 1980~1985 年頃に相当する深度 15~20 cm で、その殻含有量は最大値を示した。これは東京湾において報告された *Skeletonema* による赤潮発生頻度の推移とよく一致した。一方、St. 2 では、全深度を通じて *Skeletonema* は出現し、顕著な変化は認められなかった。

横浜港底質柱状試料中の花粉分析

横浜港内の堆積物中に残る花粉粒は、横浜港上空から飛来した花粉粒と、港内に流入する河川水中に含まれていたものである。今回の調査によって花粉粒群集は I から III 期の組成群に分帯されることが判明した。

I 期 (スギ増大期)

1980 年代前半から現代に至るまでの期間で、スギ花粉粒が 26~38 % の範囲で検出された。

II 期 (マツ期)

1960 年代から 1980 年代の前半に至る期間で、マツ属が 18~44 % の範囲で検出された。

III 期 (コナラ期)

1960 年以前の年代で、コナラ亜属の優占が認められ、出現率は 18~46 % であった。

この群集組成変化は、大局的には、都市植生の変化を促す社会情勢の変動が影響しているものと推察できる。すなわち、コナラ亜属が優占する 1960 年代までは、コナラ亜属を中心に広葉樹種の出現種が多く、現在の植生に比べて自然植生に近い環境が花粉粒の生産域に残っていたと思われる。それに比べてマツ期とスギ期の両期は植生を構成する樹種は少なく、しかも現在に近づくにしたがい、構成樹種が貧弱化していく傾向が認められる。こうした植生の変化は、横浜市街地の開発や市域の拡大に伴う人工環境の増大によるものと思われる。

水域環境変化と生物への影響

横浜港で採取した底質柱状試料中の貝類、有孔虫類、介形虫類、珪藻類、花粉粒、渦鞭毛藻類の生物遺骸分析により、横浜港の開港頃から現在までの生息生物の変遷を解析した。生物遺骸の分析結果から得られた年代による生息生物のダイナミックな変化に関する知見と横浜港の埋立変遷等の記録から、水域環境の変化が生息生物に及ぼした影響について次のことが明らかとなった。

貝類の調査結果から、内防波堤が建設される以前 (1896 年以前) は現在の東京湾の湾央部的な環境であったと推測され、この当時の水際線の状況と一致していた。それが、内防波堤の建設により水域が閉鎖化し、この頃より貝類の種構成が単純化していったことが確認された。貝類の帰化種であるムラサキイガイは 1960 年頃から出現しており、この時期に横浜港に移入したと推測される。また、底生有孔虫の殻形態分析から、第二次世界大戦中は横浜港の低層水の溶存酸素濃度が上昇していたと推測され、戦争により一時的にはあ

るが水域環境が回復していたことがわかった。さらに、花粉の分析結果から、1970年頃から増大する杉花粉の比率と杉花粉症の患者数の増加傾向と一致することがわかった。この様に、底質柱状試料中の生物遺骸分析により過去の水域環境の変化がかなりの部分まで解析できることが明らかとなった。