

海洋マイクロプラスティックの分布 と生物への影響

プラスチックの屑混じりの魚たべますか？
レジ袋、ペットボトルやめますか？

高田秀重



東京農工大学 農学部 環境資源科学科

増加するプラスチックの生産量

年間3億トンのプラスチックが生産されている。

石油産出量の8%がプラスチックに

4%:原材料

4%:製造・加工のエネルギー

そのうち半分は容器包装

一人年間に数十kg、のプラスチックを消費

ペットボトル: 100本程度

レジ袋: 300枚

食品のパッケージ、コンビのお弁当箱、.....

1世帯で1日1kgのプラゴミを出す

毎年約800万トンのプラスチックが海へ流入している

Plastic waste inputs from land into the ocean

Jenna R. Jambeck,^{1*} Roland Geyer,² Chris Wilcox,³ Theodore R. Siegler,⁴ Miriam Perryman,¹ Anthony Andrady,⁵ Ramani Narayan,⁶ Kara Lavender Law⁷

Plastic debris in the marine environment is widely documented, but the quantity of plastic entering the ocean from waste generated on land is unknown. By linking worldwide data on solid waste, population density, and economic status, we estimated the mass of land-based plastic waste entering the ocean. We calculate that 275 million metric tons (MT) of plastic waste was generated in 192 coastal countries in 2010, with 4.8 to 12.7 million MT entering the ocean. Population size and the quality of waste management systems largely determine which countries contribute the greatest mass of uncaptured waste available to become plastic marine debris. Without waste management infrastructure improvements, the cumulative quantity of plastic waste available to enter the ocean from land is predicted to increase by an order of magnitude by 2025.

Jamebeck et al. (2015), Science

ごみ収集されずに、路上や地面に落ちているプラスチックは雨で洗い流されます。ポリエチレンやポリプロピレンなど水より軽いプラスチックは浮いて川を流れて、海に運ばれます。海水浴の時などに捨てられてものではなく、街でポイ捨てされたものが、主な発生源です。風に飛ばされたレジ袋やペットボトルが落ちていることなどよくみかけますよね。

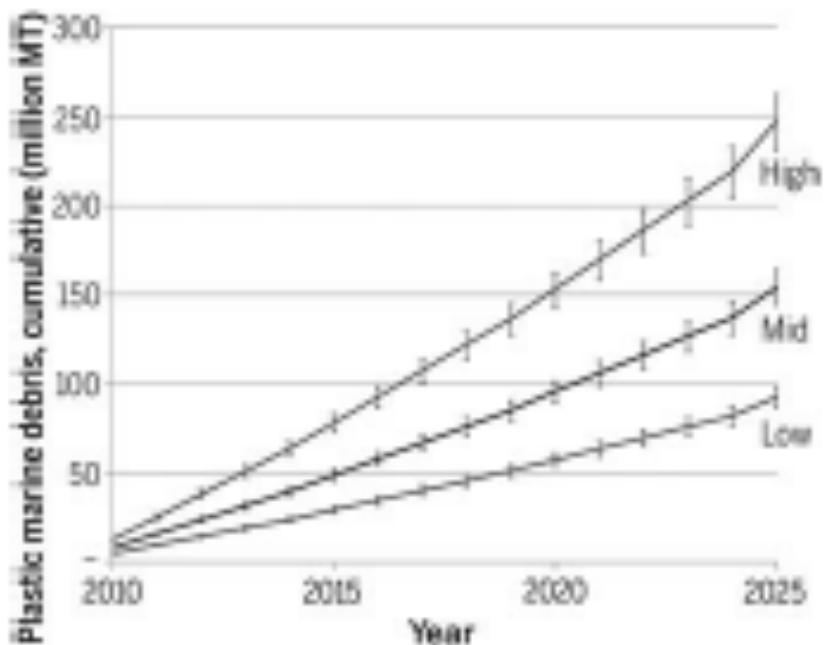


Fig. 2. Estimated mass of mismanaged plastic waste (millions of metric tons) input to the ocean by populations living within 50 km of a coast in 192 countries, plotted as a cumulative sum from 2010 to 2025. Estimates reflect assumed conversion rates of mismanaged plastic waste to marine debris (high, 40%; mid, 25%; low, 15%). Error bars were generated using mean and standard error from the predictive models for mismanaged waste fraction and percent plastic in the waste stream (12).

東京のポイ捨てが、 太平洋の 海ごみになっている。

街で発生したごみが、雨や風に流されて河川や水路等に入り込み、
やがて海まで流れ出て「海ごみ」となっています。

海ごみ対策はじめませんか &TOKYO





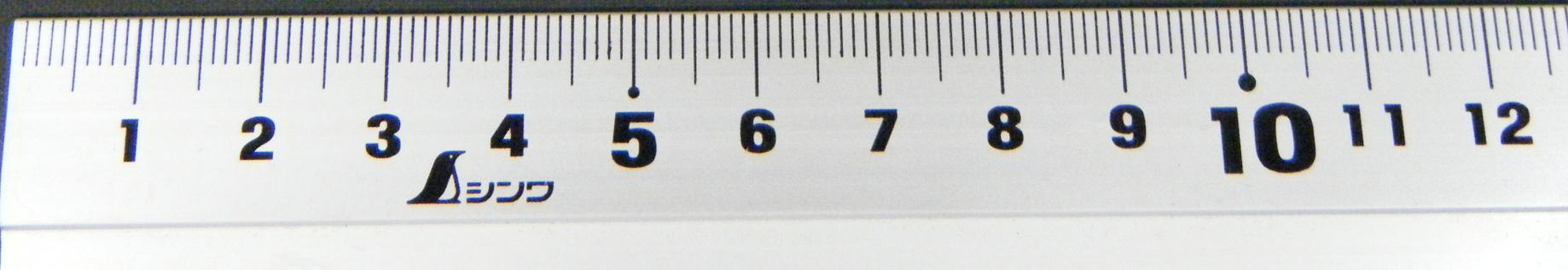
マニラ湾



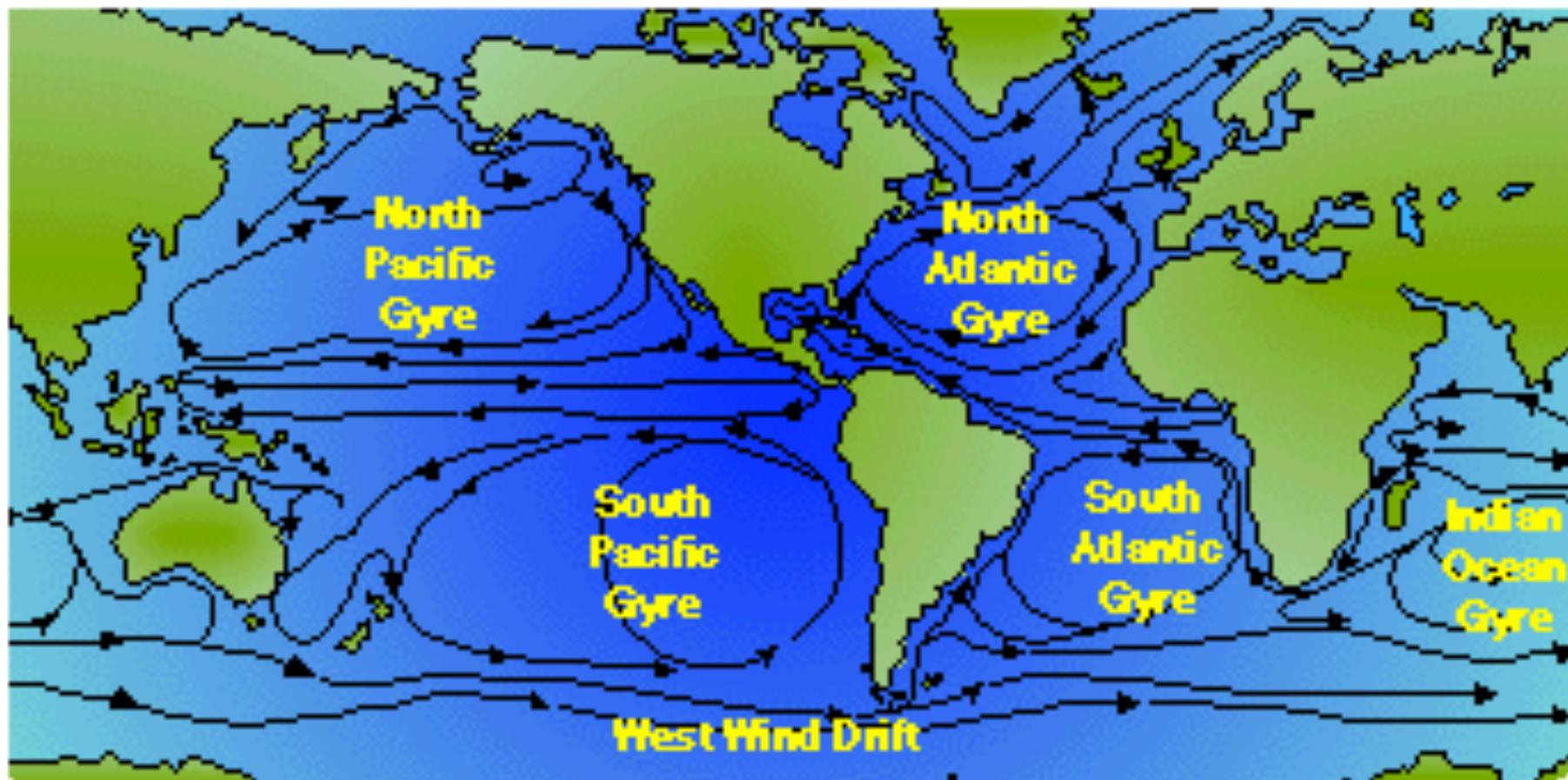
長崎県五島列島

32.51582N
130.82E

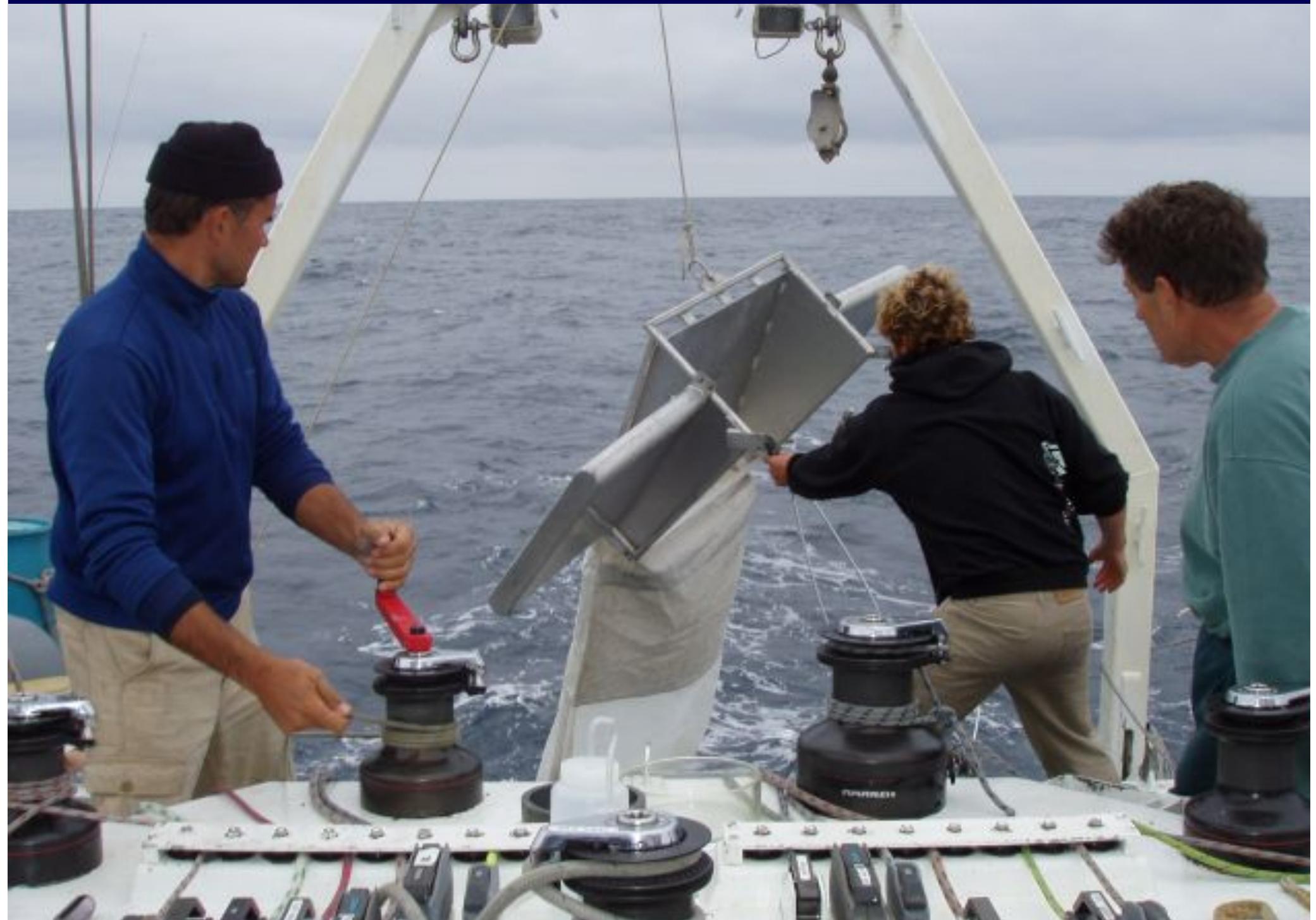
イースター島 Anakena Beachの
プラスチック破片

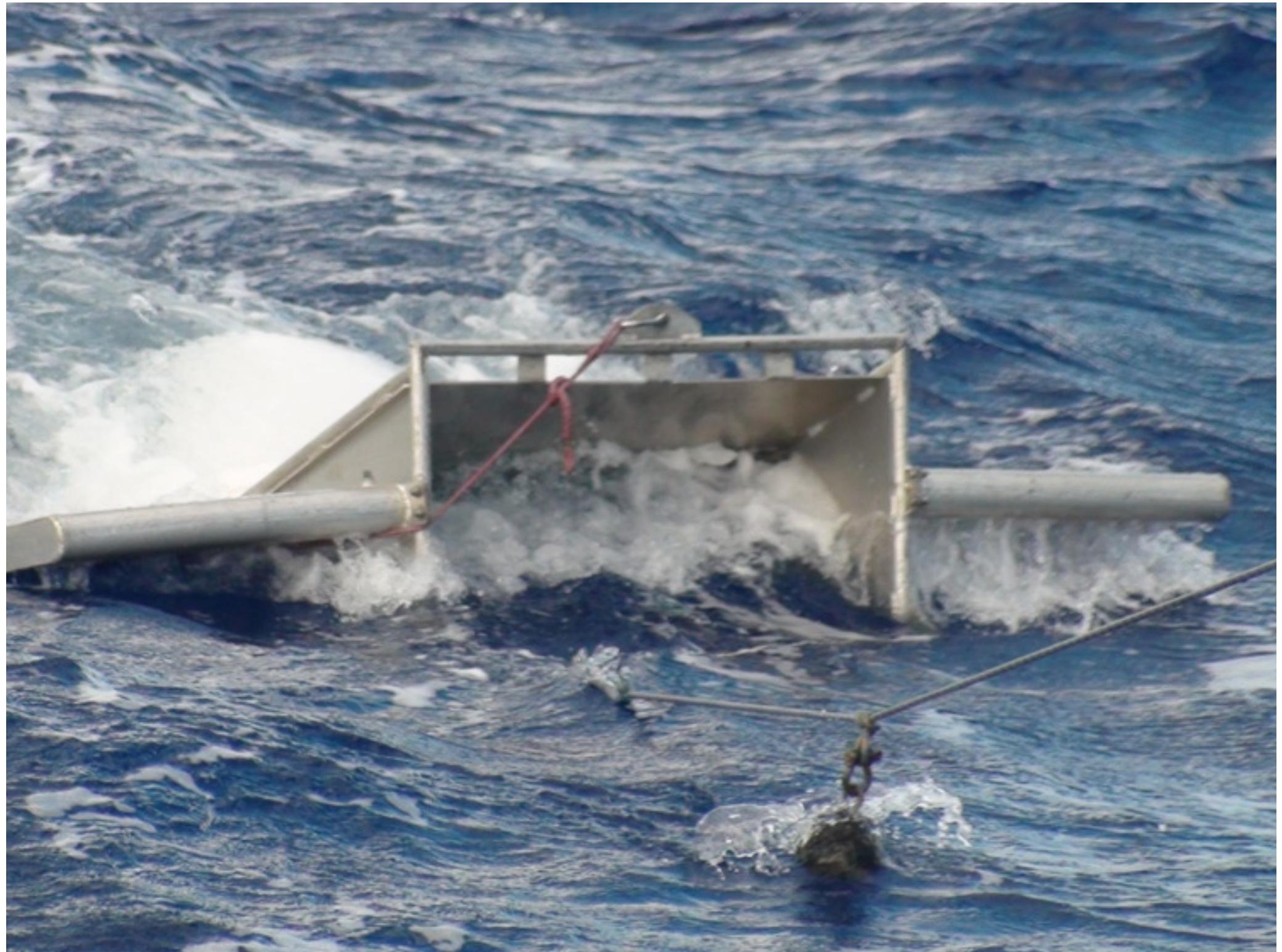


外洋にもプラスチックゴミが溜まる場所がある



チャールズモア船長が太平洋巨大渦流にプラスチックゴミだまりを発見(1997)





プランクトンの6倍も多い量のプラスチックが太平洋の真ん中にある



外洋でプラスチックゴミが溜まる場所

Plastic debris in the open ocean

www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1314705111

Andrés Cózar^{a,1}, Fidel Echevarría^a, J. Ignacio González-Gordillo^a, Xabier Irigoien^{b,c}, Bárbara Úbeda^a, Santiago Hernández-León^d, Álvaro T. Palma^e, Sandra Navarro^f, Juan García-de-Lomas^a, Andrea Ruiz^g, María L. Fernández-de-Puelles^h, and Carlos M. Duarte^{i,j,k,l}

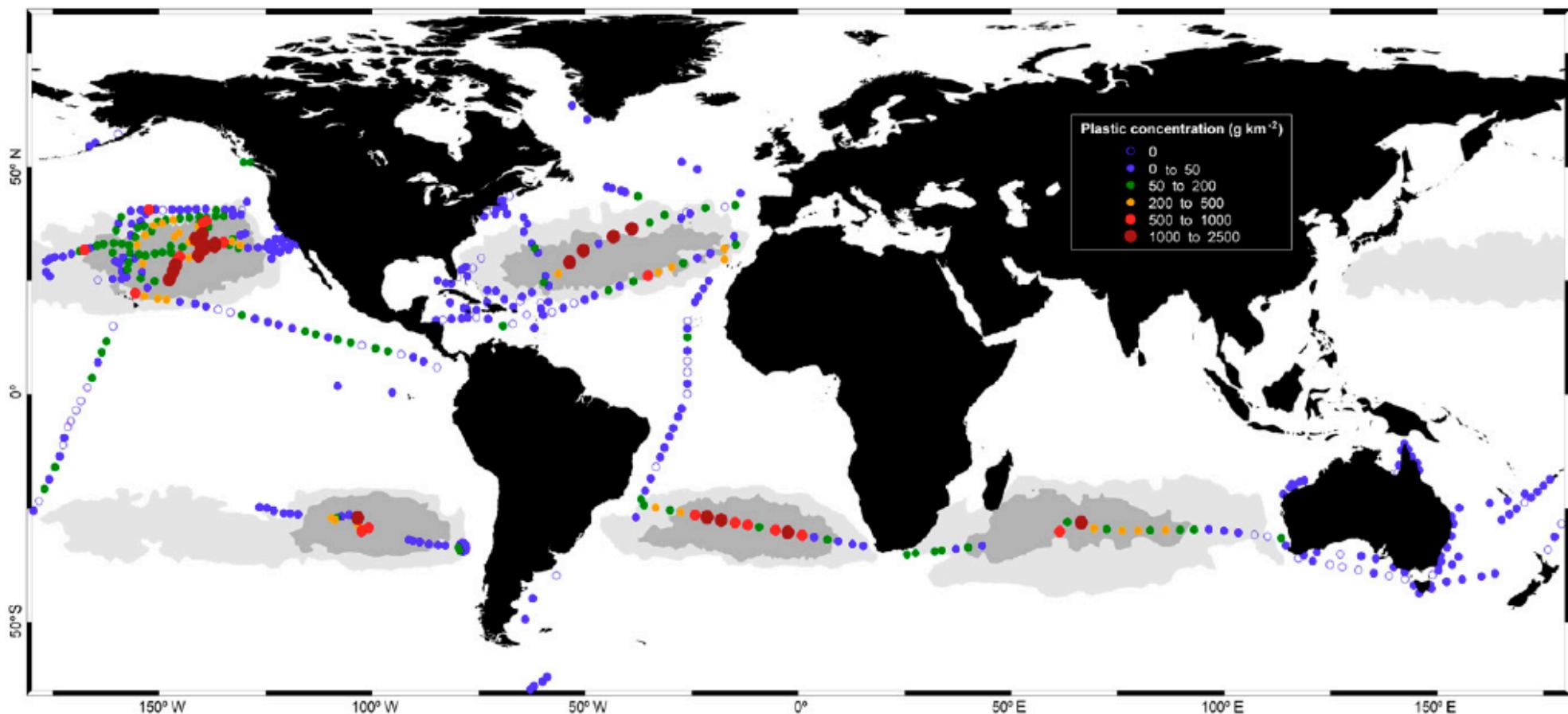
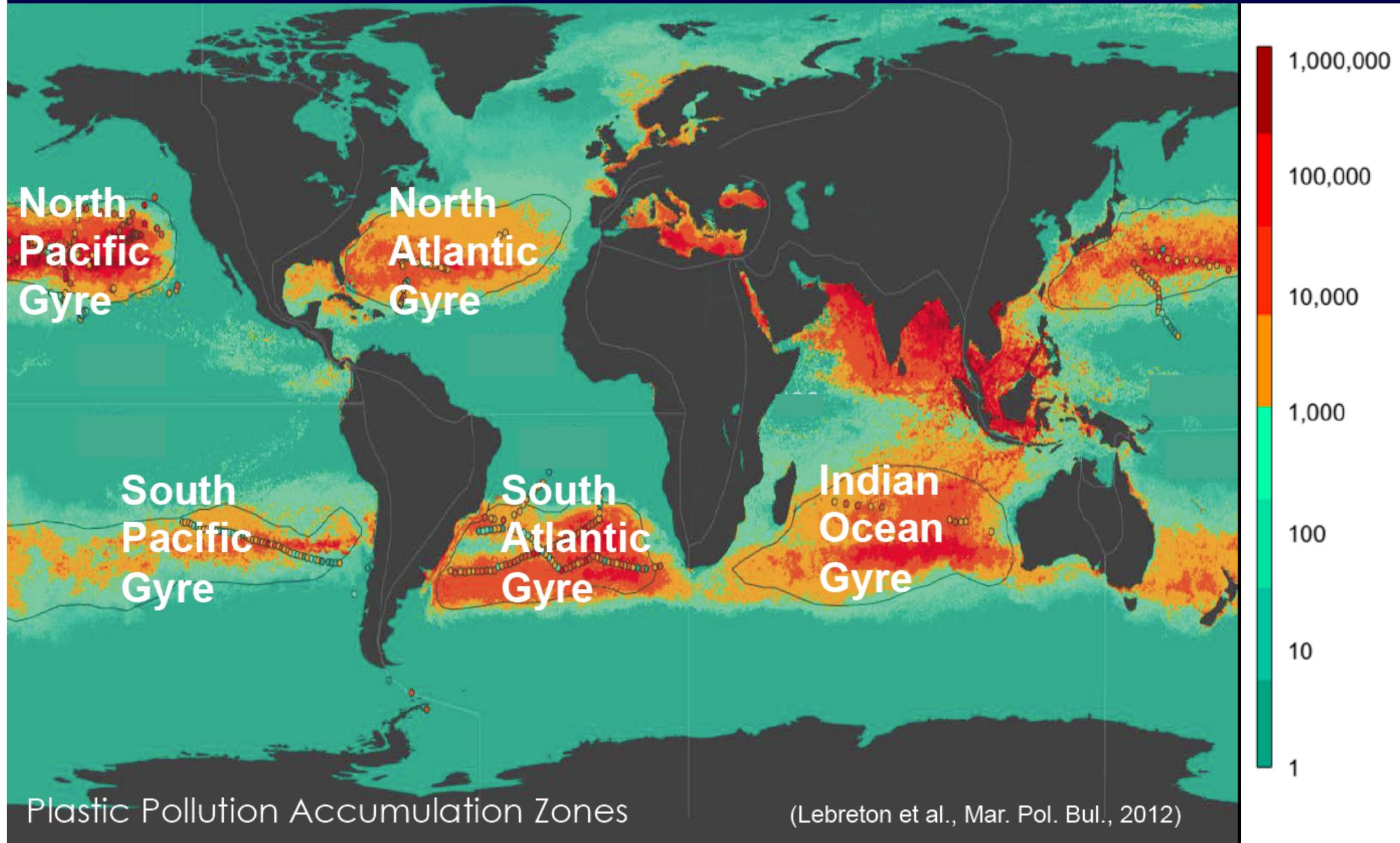


Fig. 1. Concentrations of plastic debris in surface waters of the global ocean. Colored circles indicate mass concentrations (legend on top right). The map shows average concentrations in 442 sites (1,127 surface net tows). Gray areas indicate the accumulation zones predicted by a global surface circulation model (6). Dark and light gray represent inner and outer accumulation zones, respectively; white areas are predicted as nonaccumulation zones. Data sources are described in *SI Appendix, Table S1*. Plastic concentrations along the Malaspina circumnavigation and a latitudinal gradient are graphed in *SI Appendix, Figs. S4 and S5*.

5兆個のプラスチックが世界の海を漂っている



(個/km²)

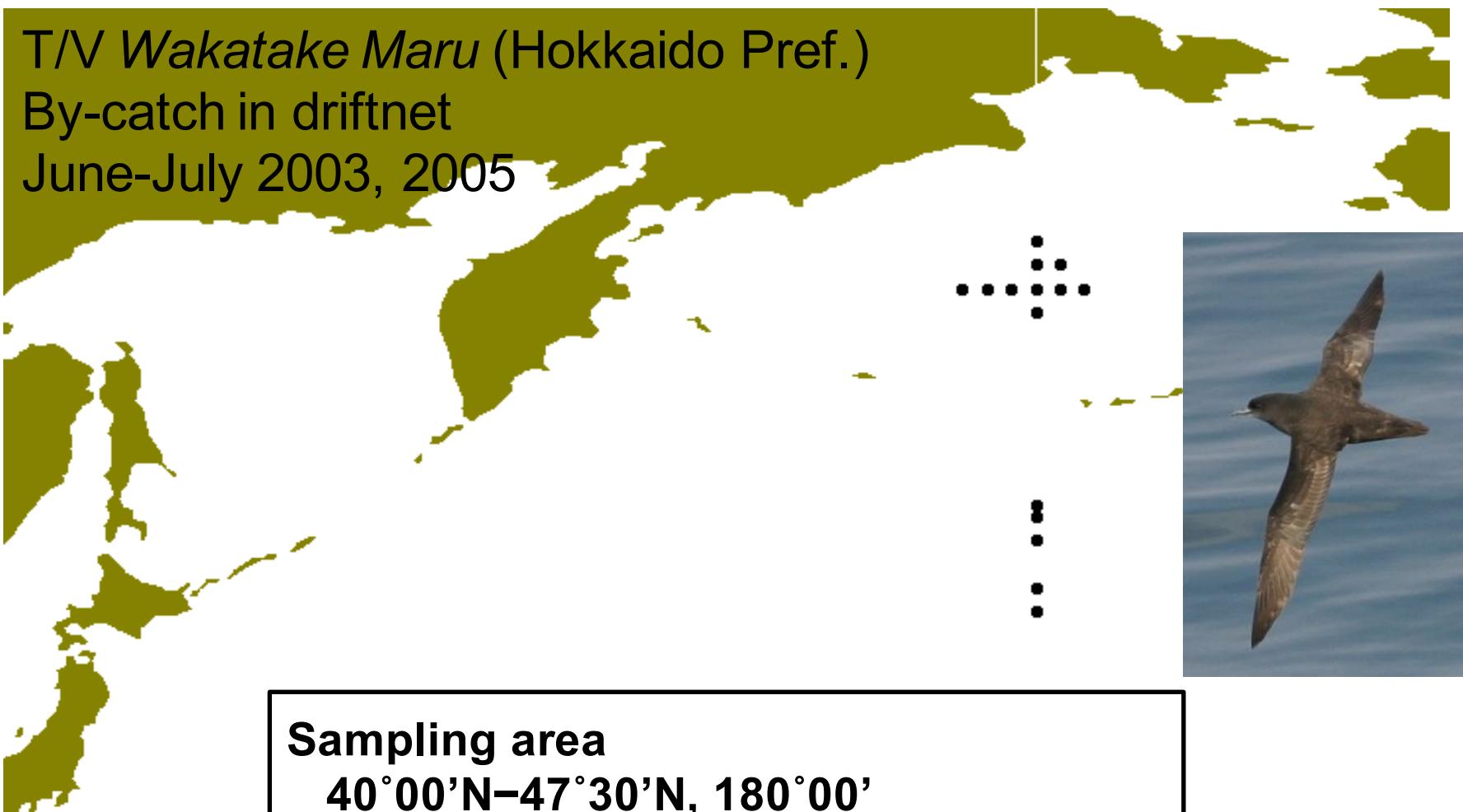
海の生物がプラスチックを誤飲・摂食する



ミッドウェー島のアホウドリ

北部北太平洋で混獲により採取された海鳥12個体を分析した

ハシボソミズナギドリ





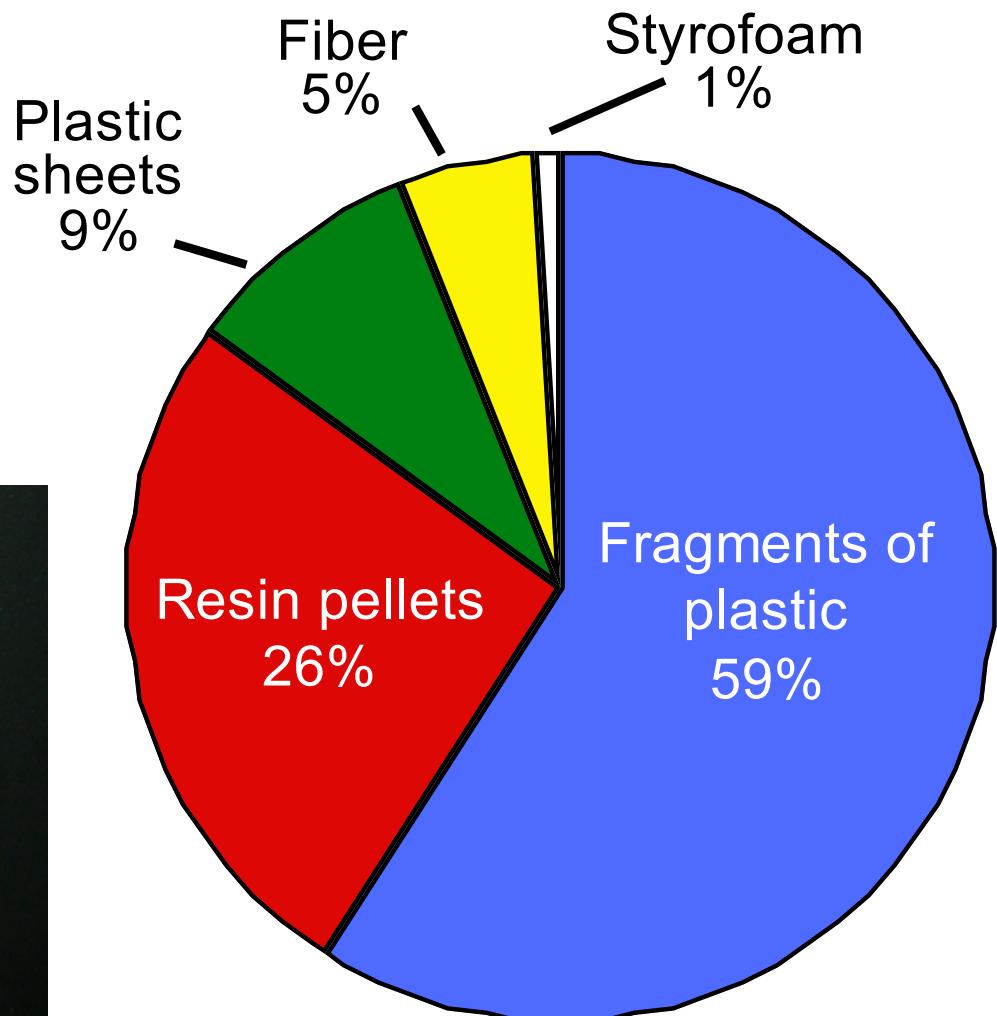
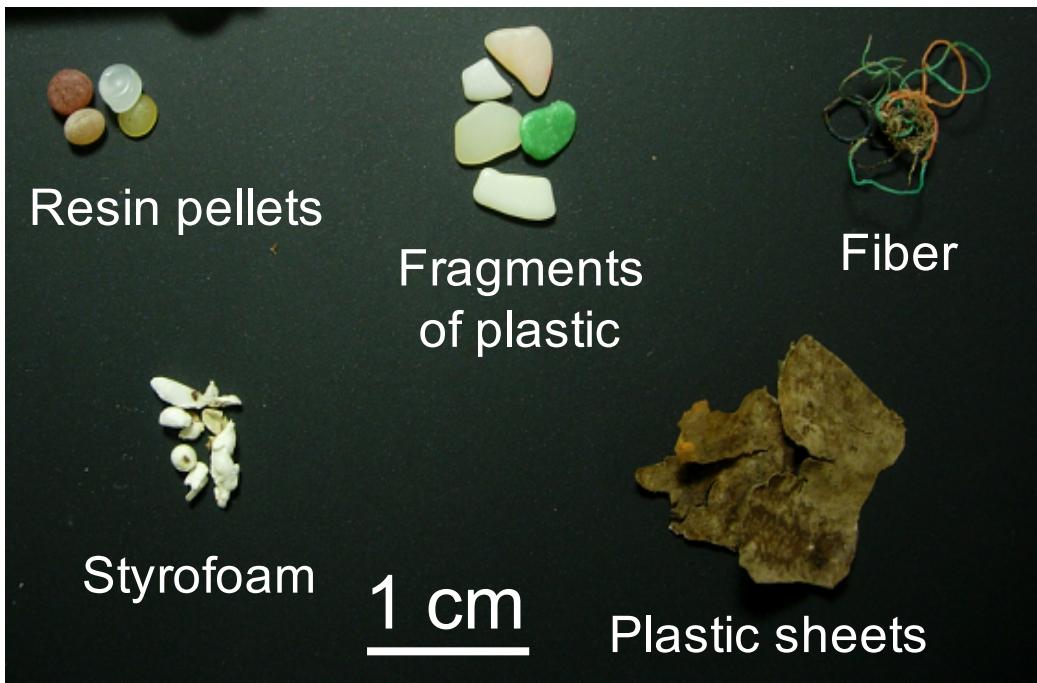
S8030N101°
S. 21
115 km



海洋生物がプラスチックを摂食する



ハシボソミズナギドリ



Type and composition of plastics found in the stomachs of short-tailed shearwater. After Yamashita *et al.*

全ての個体の消化管内からはプラスチックが検出された



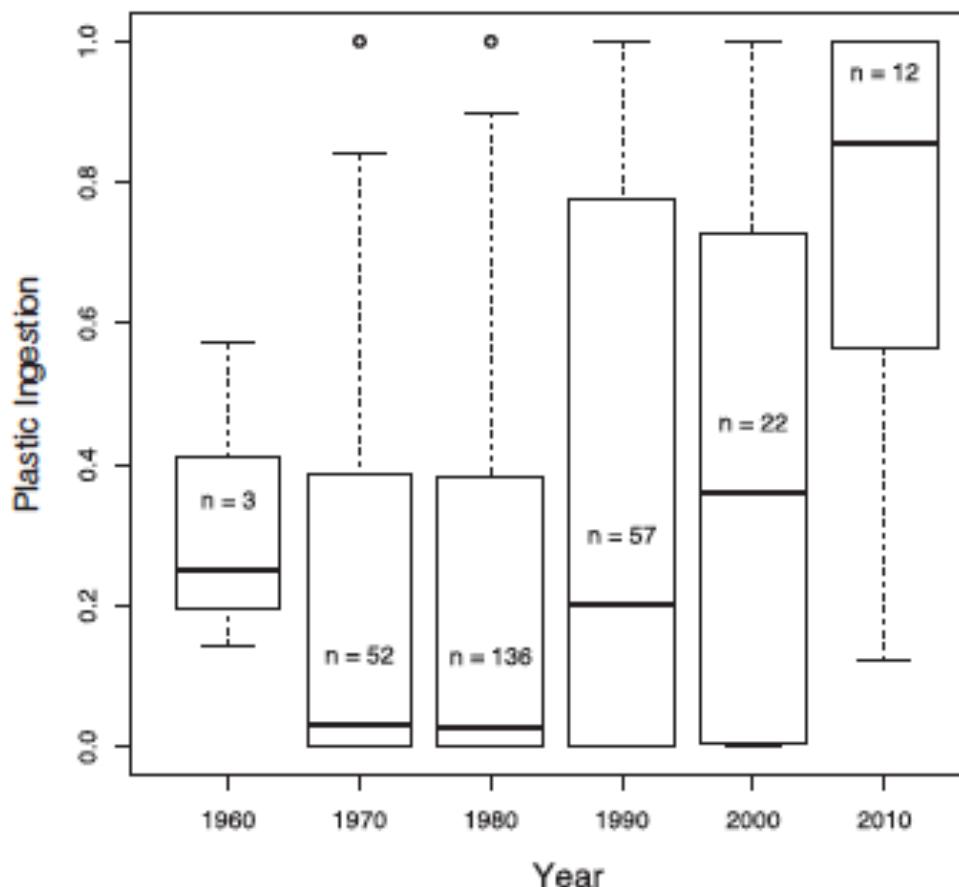
0.1 g – 0.6 g

世界の海鳥の90%の個体がプラスチックを摂食している

Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing

Chris Wilcox^{a,1}, Erik Van Sebille^{b,c}, and Britta Denise Hardesty^a

B



ウミガメの胃の中から見つかったプラスチック

V. González Carrasco et al. / Marine Pollution Bulletin 78 (2014) 55–62

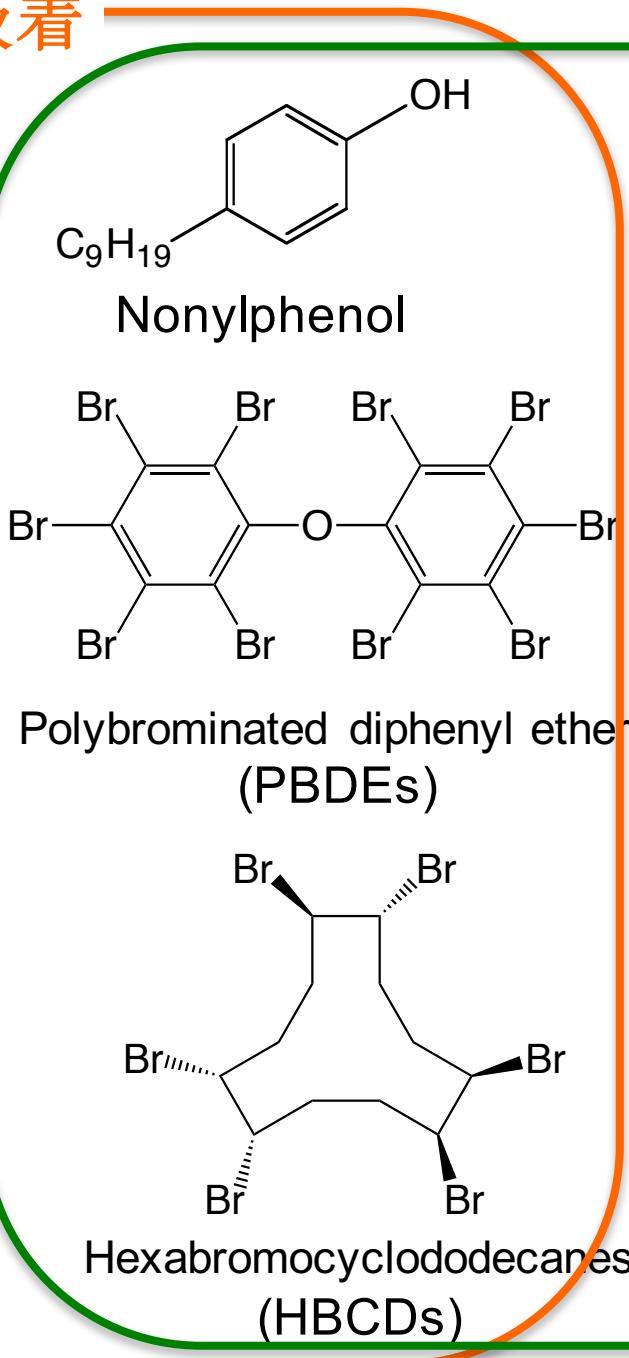
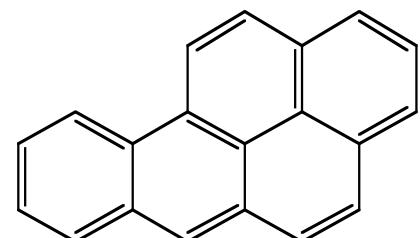
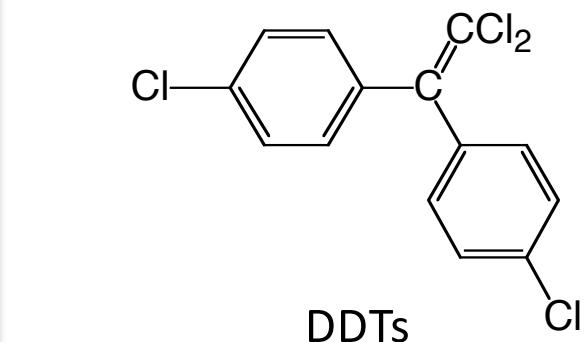
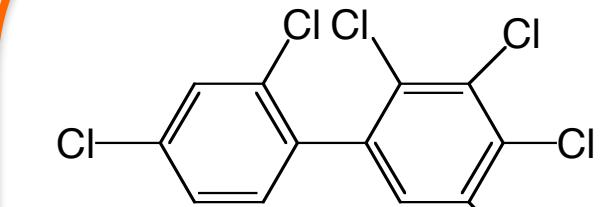


200種以上の海洋生物(海鳥、魚、貝、ウミガメ、クジラ、など)がプラスチックを摂食している。物理的なダメージが報告されている。

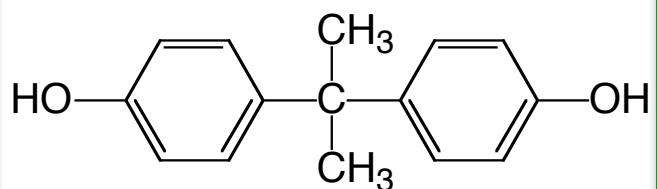
(Wrightら、2013)

海洋プラスチックゴミは有害化学物質を生態系に運ぶ

周りの海水中からの吸着



添加
剤



奪われし未来

第8章

Dr. Ana Soto ボストンタフツ大学医学部



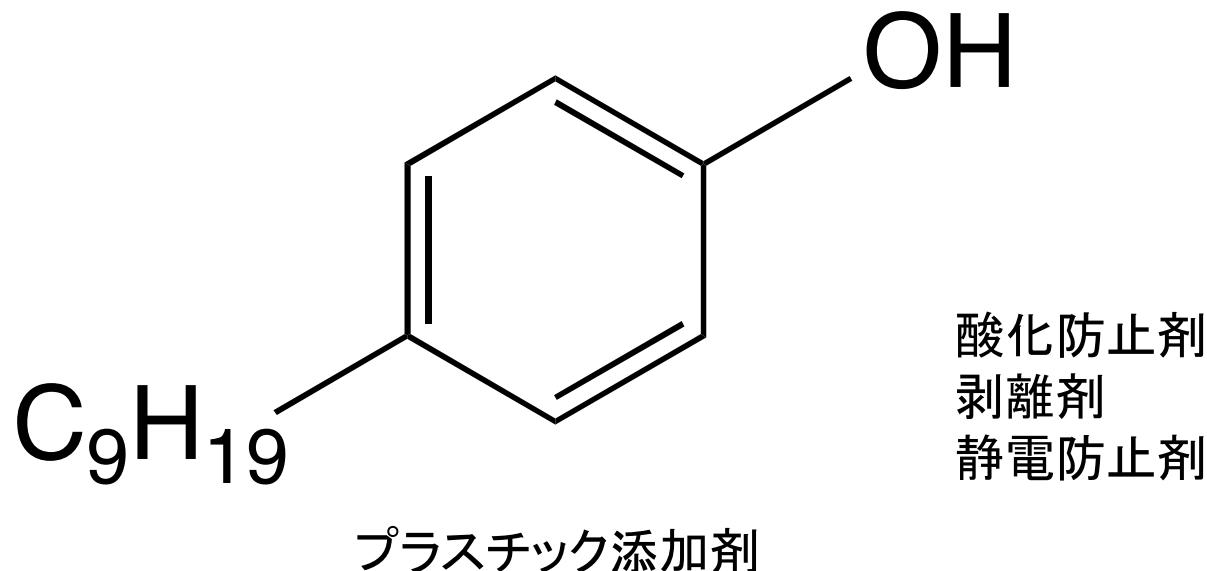
ヒト乳癌細胞の異常増殖の
メカニズム解明のための実験

女性ホルモンの作用により増殖が起こることを研究

コントロール区でヒト乳癌細胞が異常増殖

←実験に使ったプラスチックプレートからの
ノニルフェノールの溶出

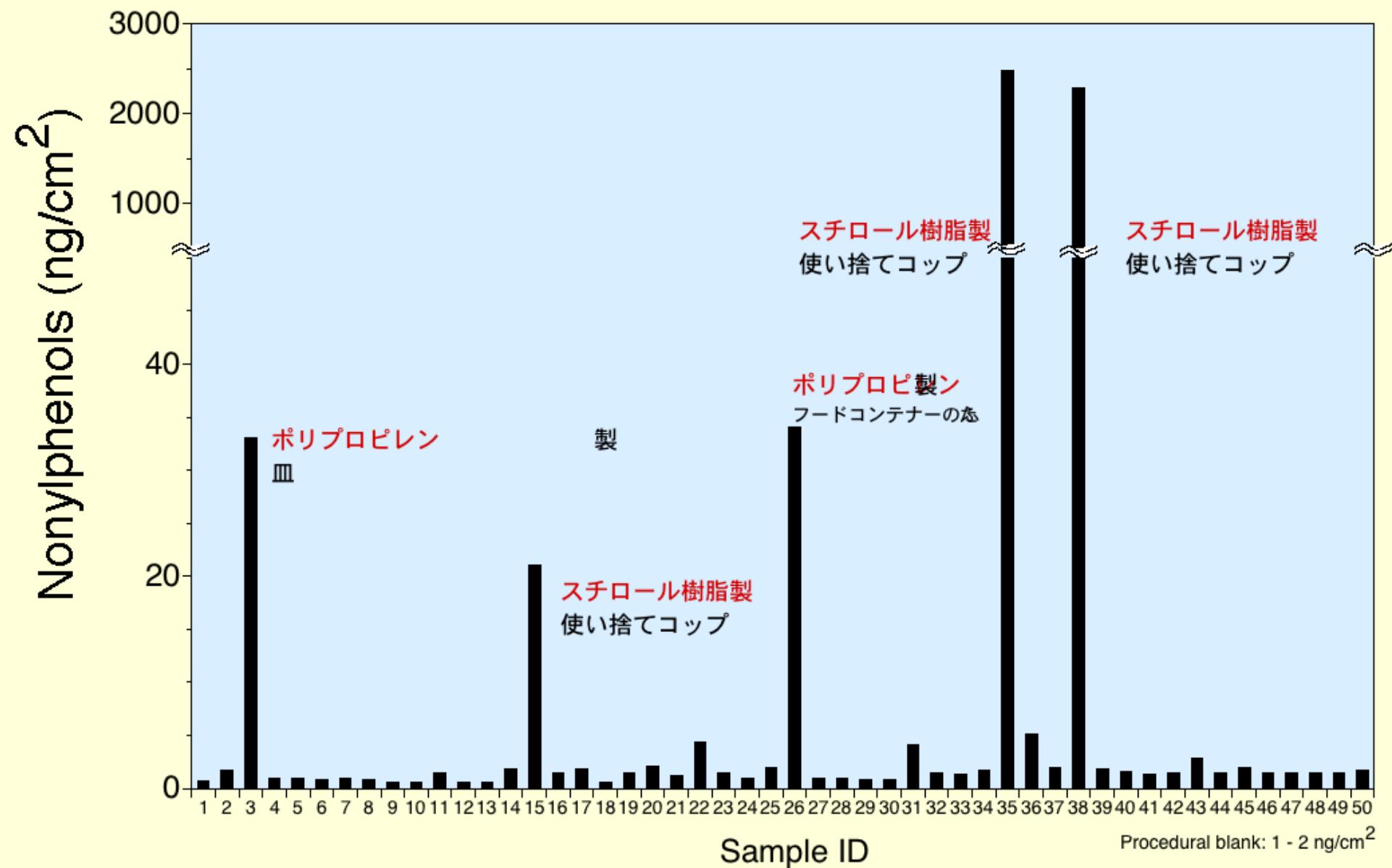
ノニルフェノール：環境ホルモン



- ・子宮内膜症、乳癌の増加
- ・精子数の減少
- ・生殖器の萎縮
- ・メスとオスが一緒になった魚（雌雄同体）

プラスチック製食器、カップ等から溶けだしてくるノニルフェノール

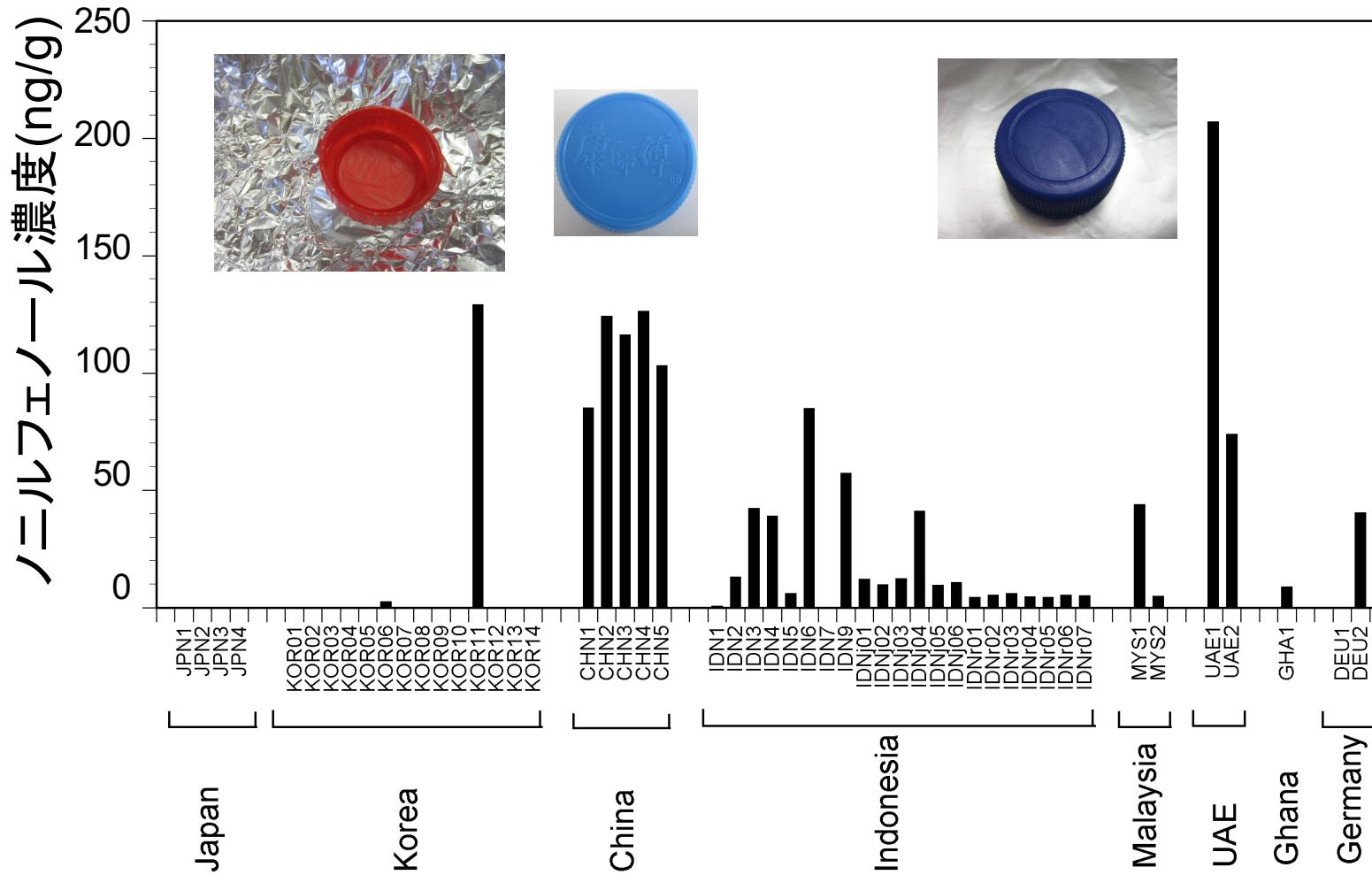
1998年の調査



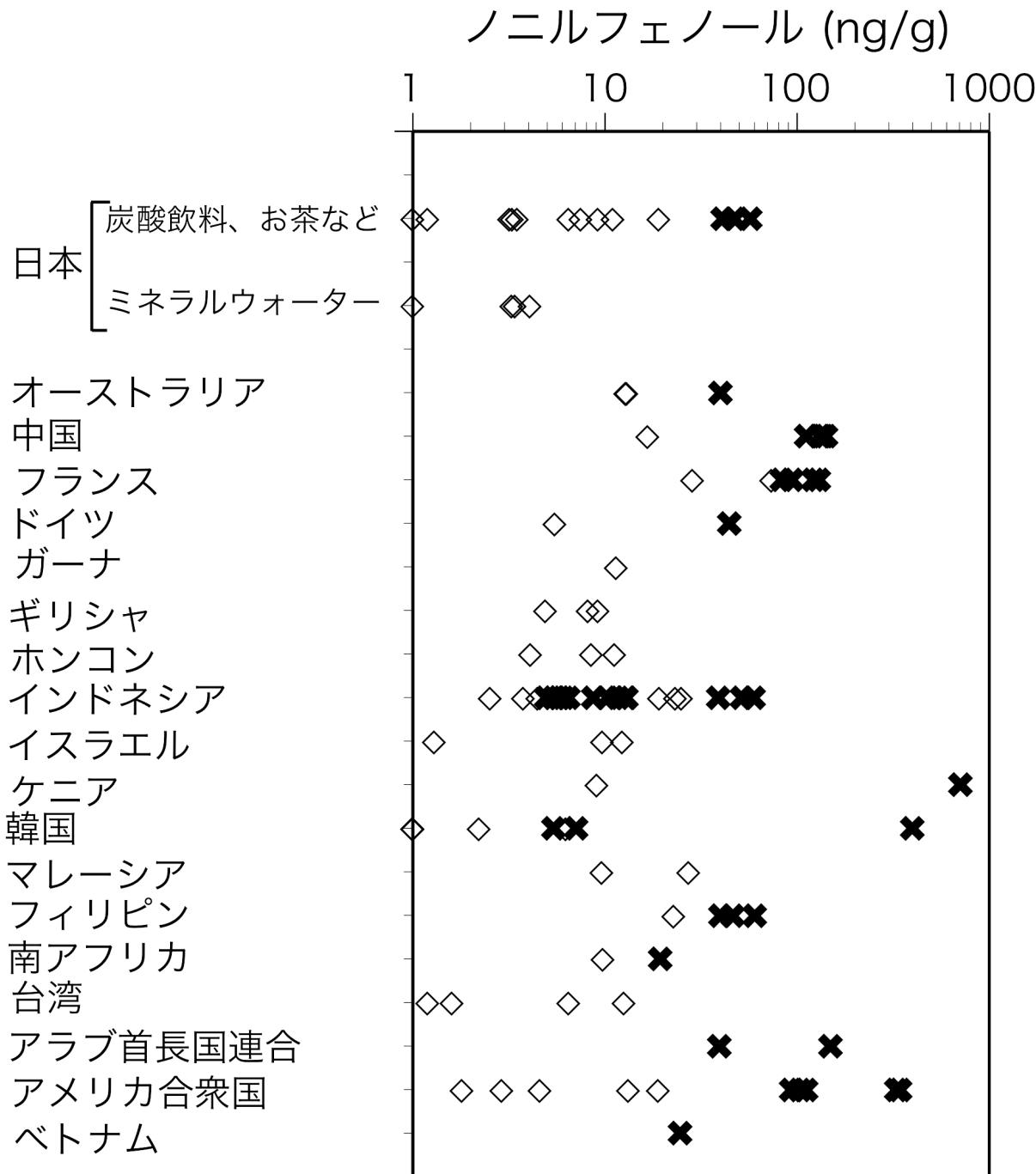
ノニルフェノール（環境ホルモン）のプラスチック容器からの溶出

- ・使い捨てプラスチックコップ
 - ・ラップ、ラップで握ったおにぎり
 - ・アイスクリームの容器と
その容器に入ったアイスクリーム
 - ・乳児の歯固め
-
- ・子宮内膜症、乳癌の増加
 - ・精子数の減少
 - ・生殖器の萎縮
-
- ・メスとオスが一緒になった魚（雌雄同体）

ペットボトルの蓋中のノニルフェノール濃度



ペットボトルの蓋中のノニルフェノール濃度



プラスチックは周辺海水中から汚染物質を吸着する

PCBs



- Industrial products for a variety of uses including dielectric fluid, heat medium, and lubricants.
- Endocrine disrupting chemicals

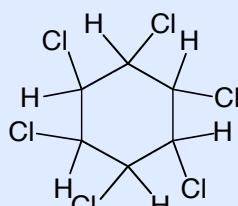
周辺海水中から吸着

DDTs

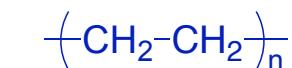


- DDT and its metabolites such as DDE and DDD.
- DDT was used as insecticides
- Endocrine disrupting chemicals

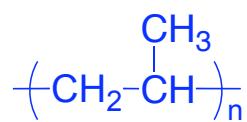
HCH



- Insecticide

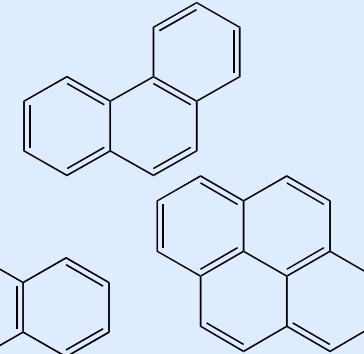


Polyethylene (PE)



Polypropylene (PP)

PAHs



プラスチックは周辺海水中から汚染物質を吸着する =プラスチックの有害化

PCBs



- Industrial products for a variety of uses including dielectric fluid, heat medium, and lubricants.
- Endocrine disrupting chemicals

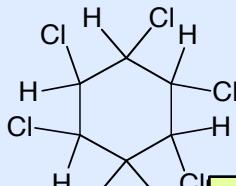
周辺海水中から吸着

DDTs



- DDT and its metabolites such as DDE and DDD.
- DDT was used as insecticides
- Endocrine disrupting chemicals

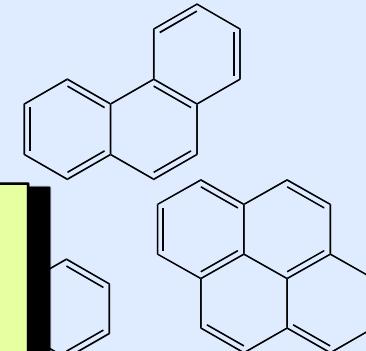
HCH



- Insecticide

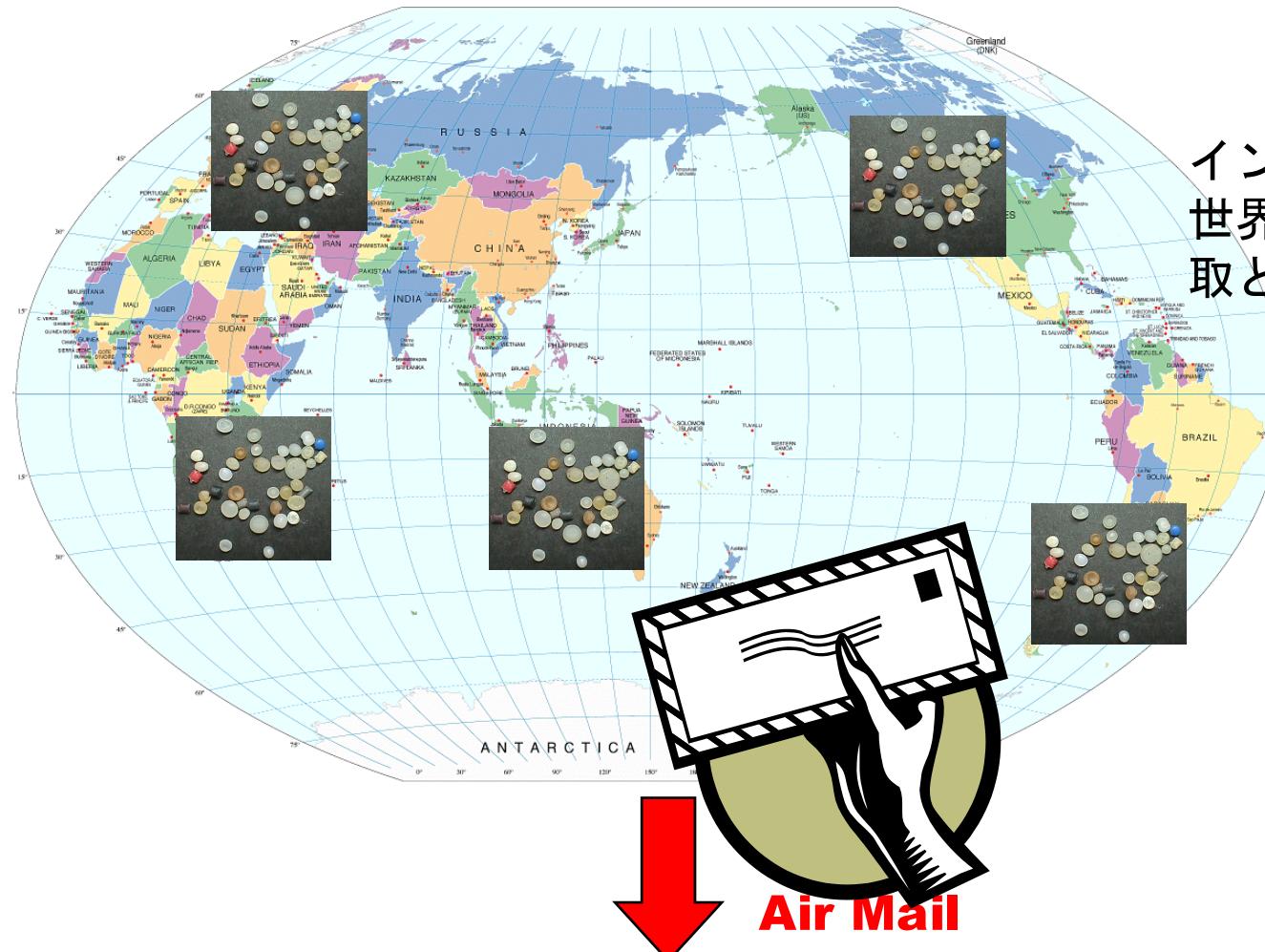
プラスチック

PAHs



プラスチック中の汚染物質濃度は
周辺海水中の十万倍～百万倍

インターナショナルペレットウォッチ： 海岸漂着プラスチックを用いた有害化学物質モニタリング



インターネットや雑誌で
世界の人にペレットの採
取と送付を呼びかける

世界中からマイクロプラスチックが届く



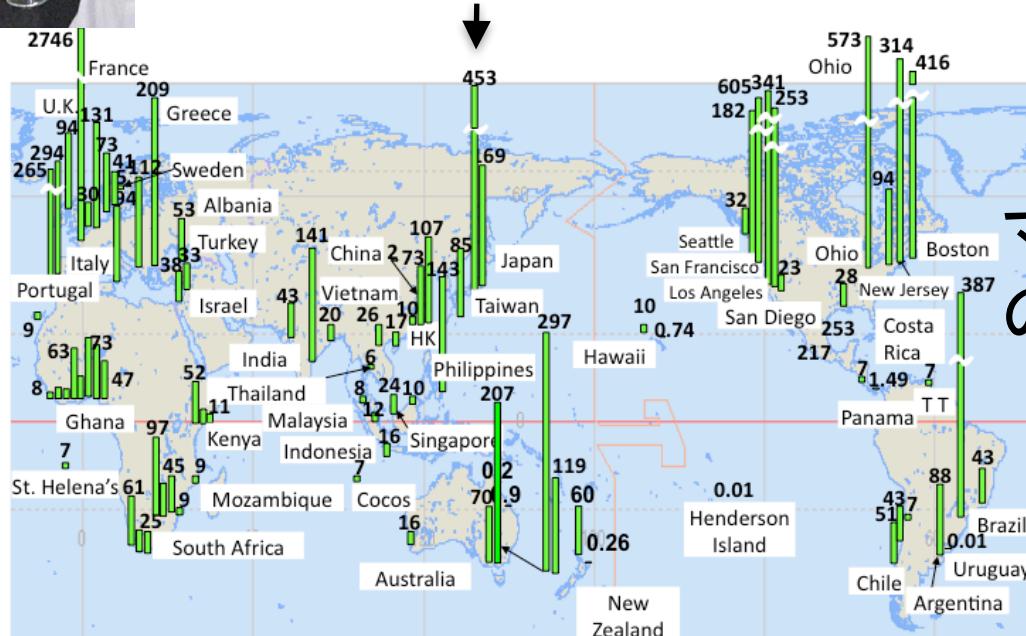
マイクロプラスチック中の有害化学物質を分析する



↓
化学分析



海の汚染が
わかる

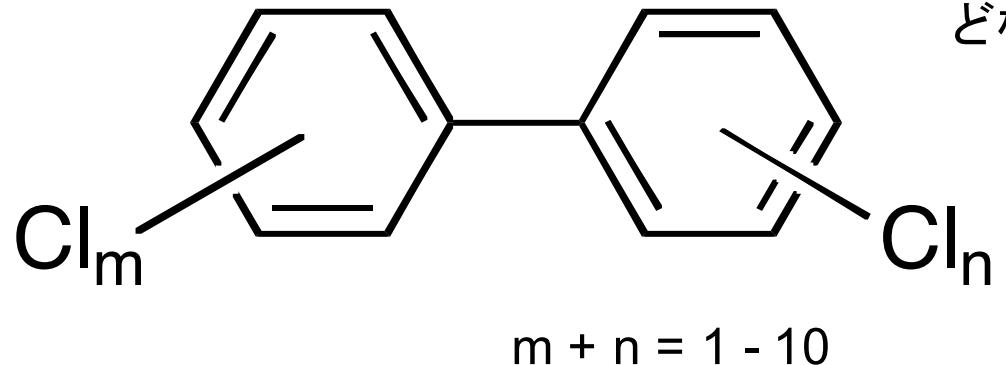


マイクロプラスチック
の危険性がわかる

- 結果は採取者にメールでお知らせする。
- 汚染マップはwebで公開する

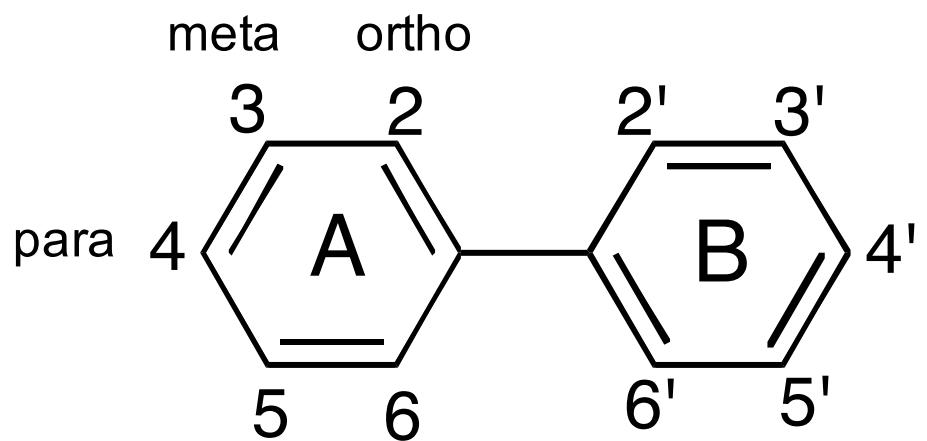
<http://www.pelletwatch.org/> 34

ポリ塩化ビフェニル(PCBs)



トランス、コンデンサー、熱媒体など様々な工業用途で使用された。

1960年代に使われ、
1970年代初頭に使用禁止



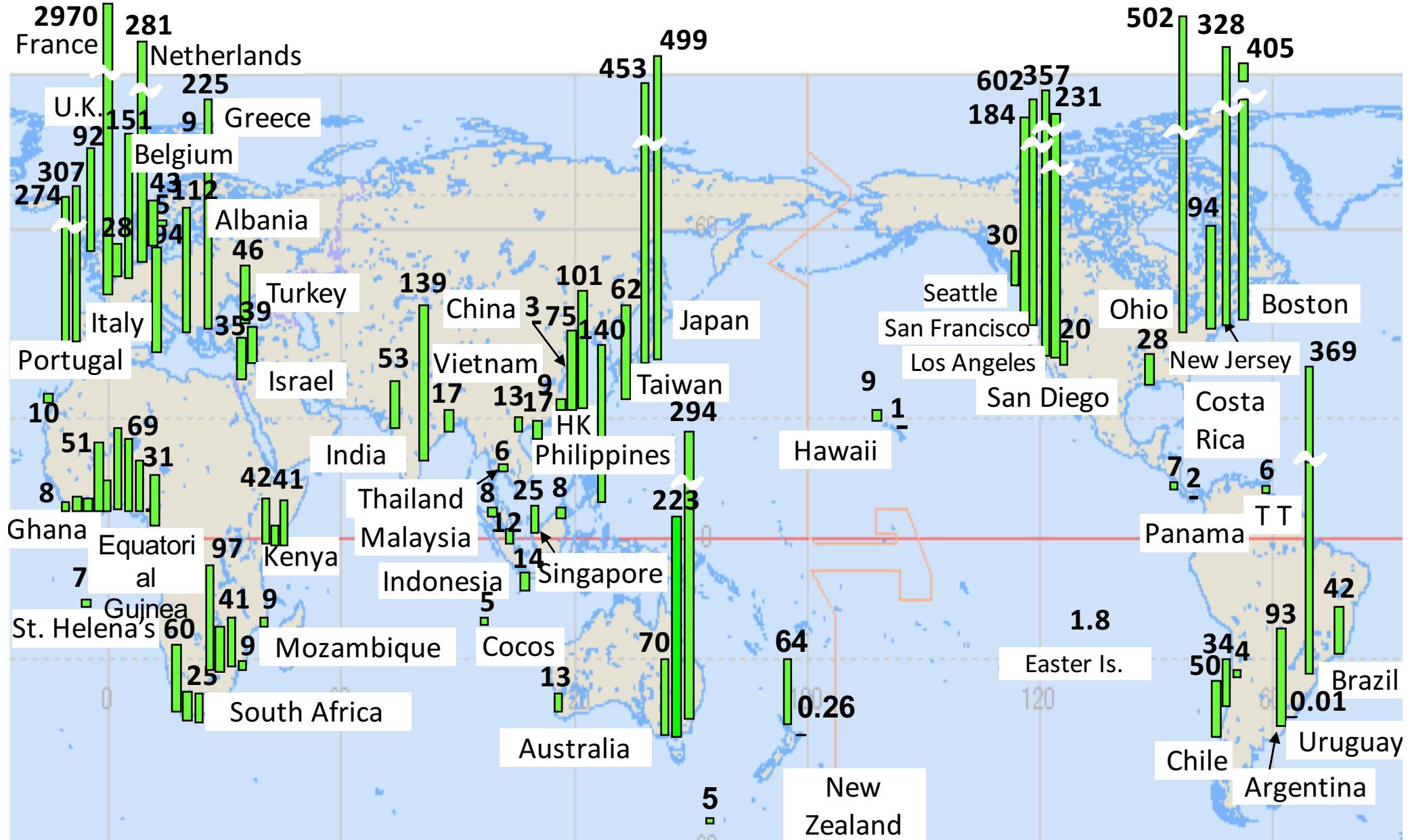
力ネミ油症

奇形、発ガン

免疫力の低下

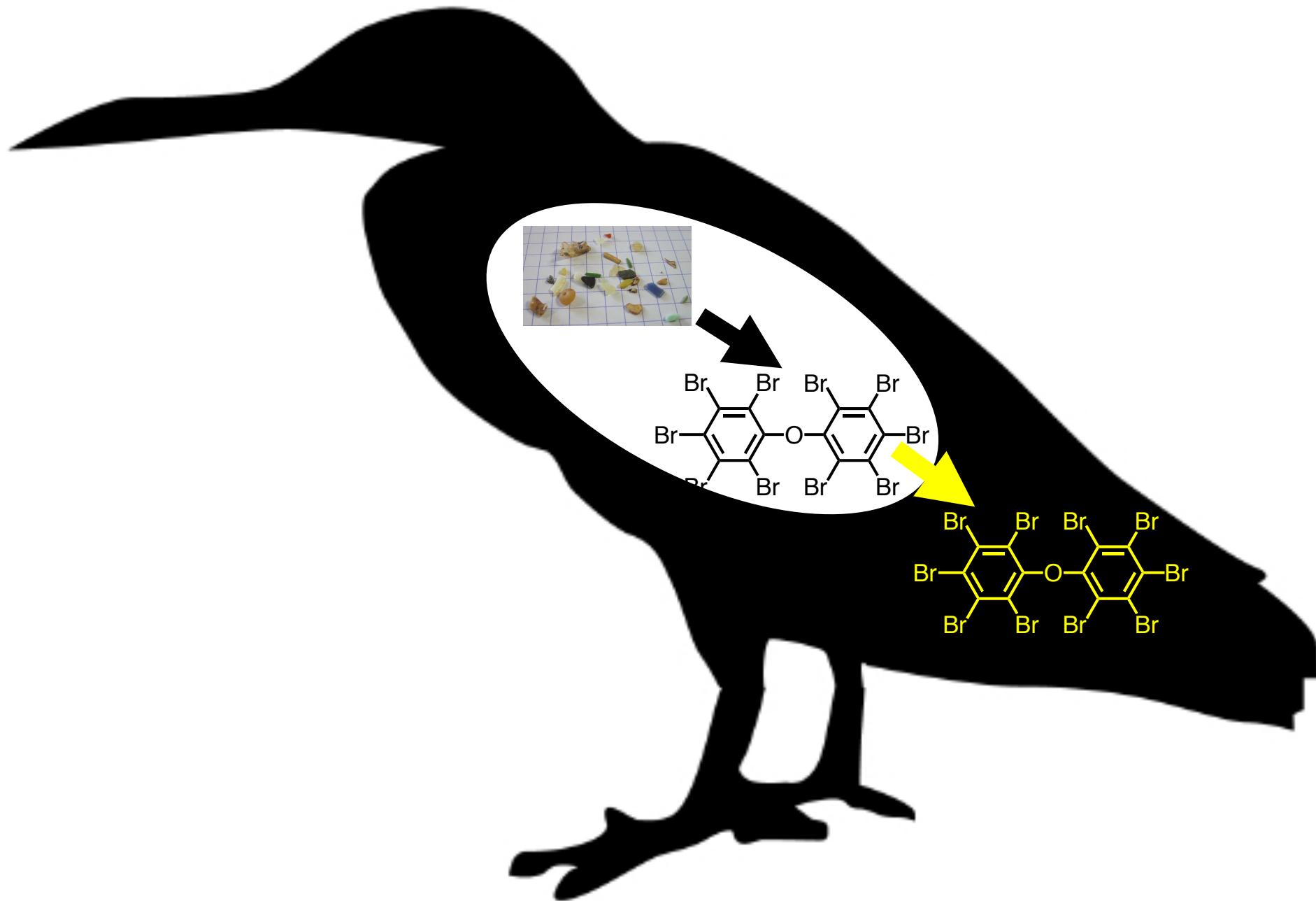
脳神経系に影響

プラスチックの有害化は世界中で起こっている



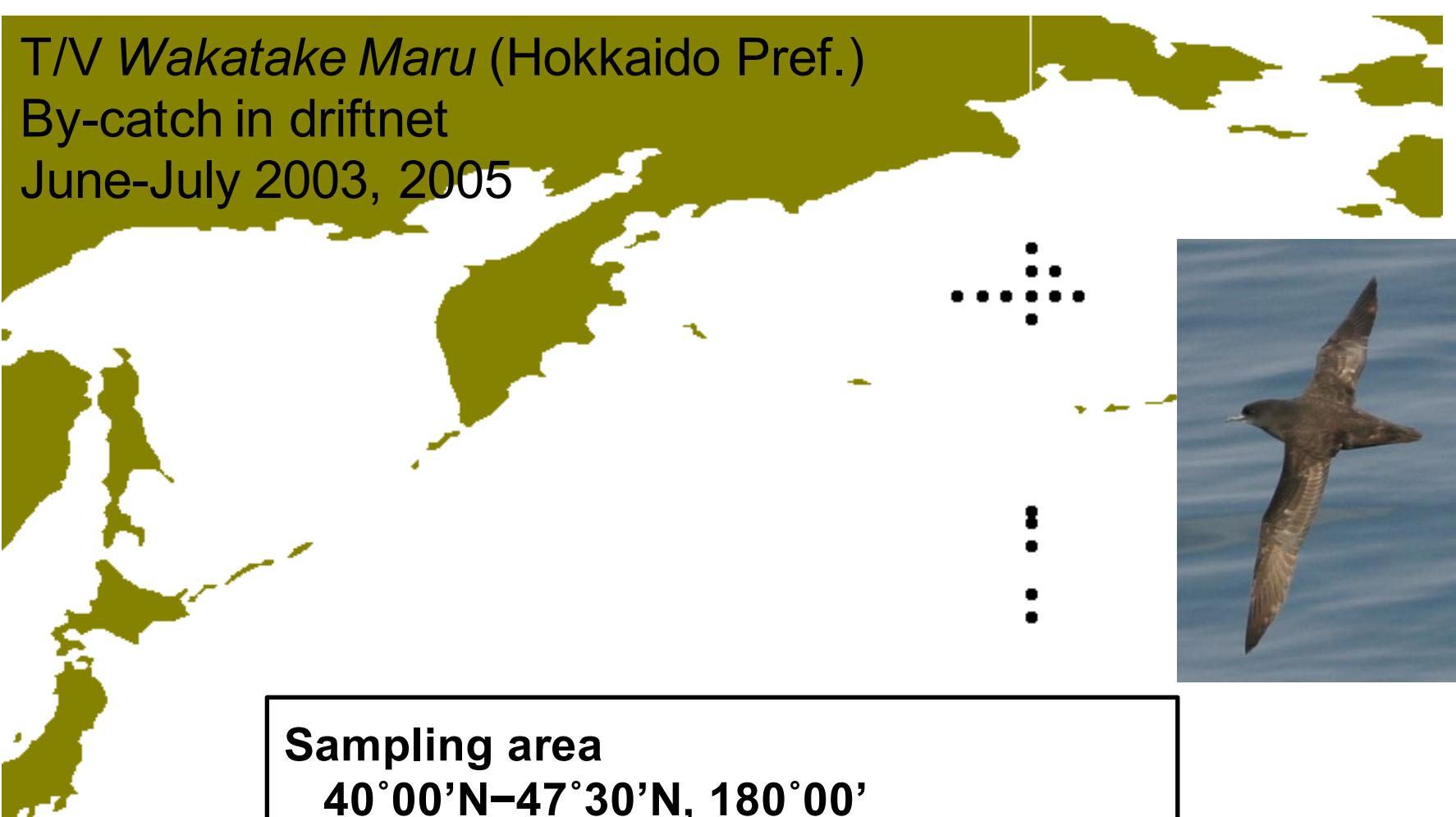
海岸漂着プラスチック中のPCBs濃度(ng/g)

生物に取り込んだプラスチックから化学物質は生物組織に移行・蓄積する

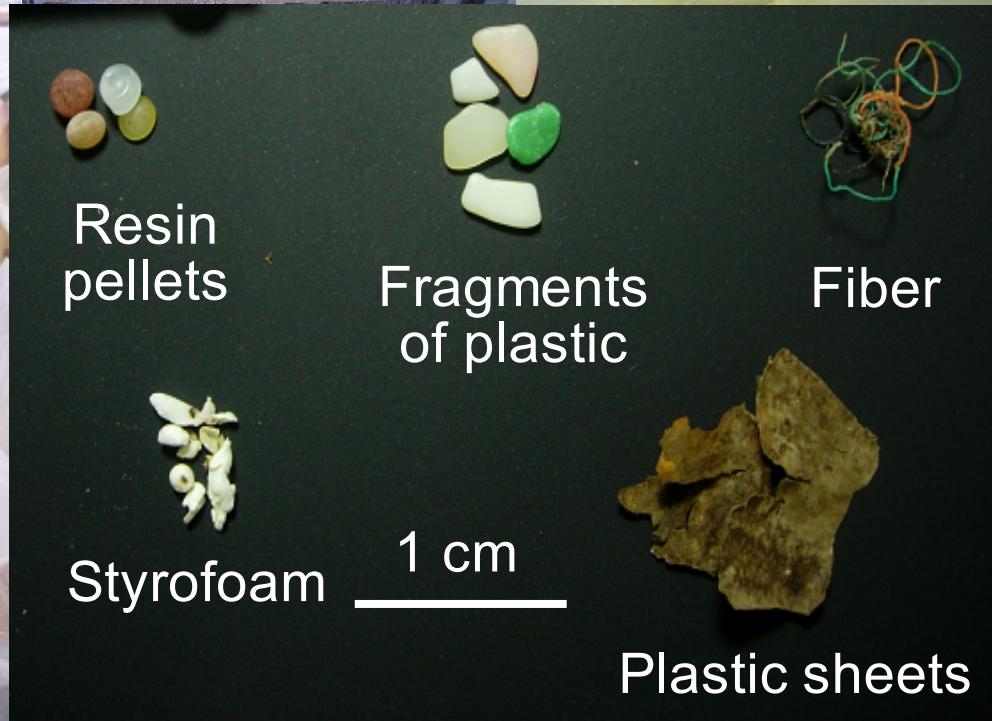
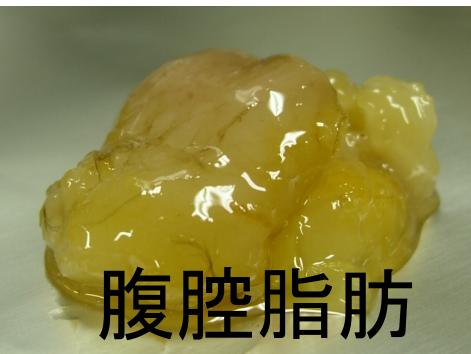


北部北太平洋で混獲により採取された海鳥12個体を分析した

ハシボソミズナギドリ



混獲で採取されたハシボソミズナギドリの腹腔脂肪を分析



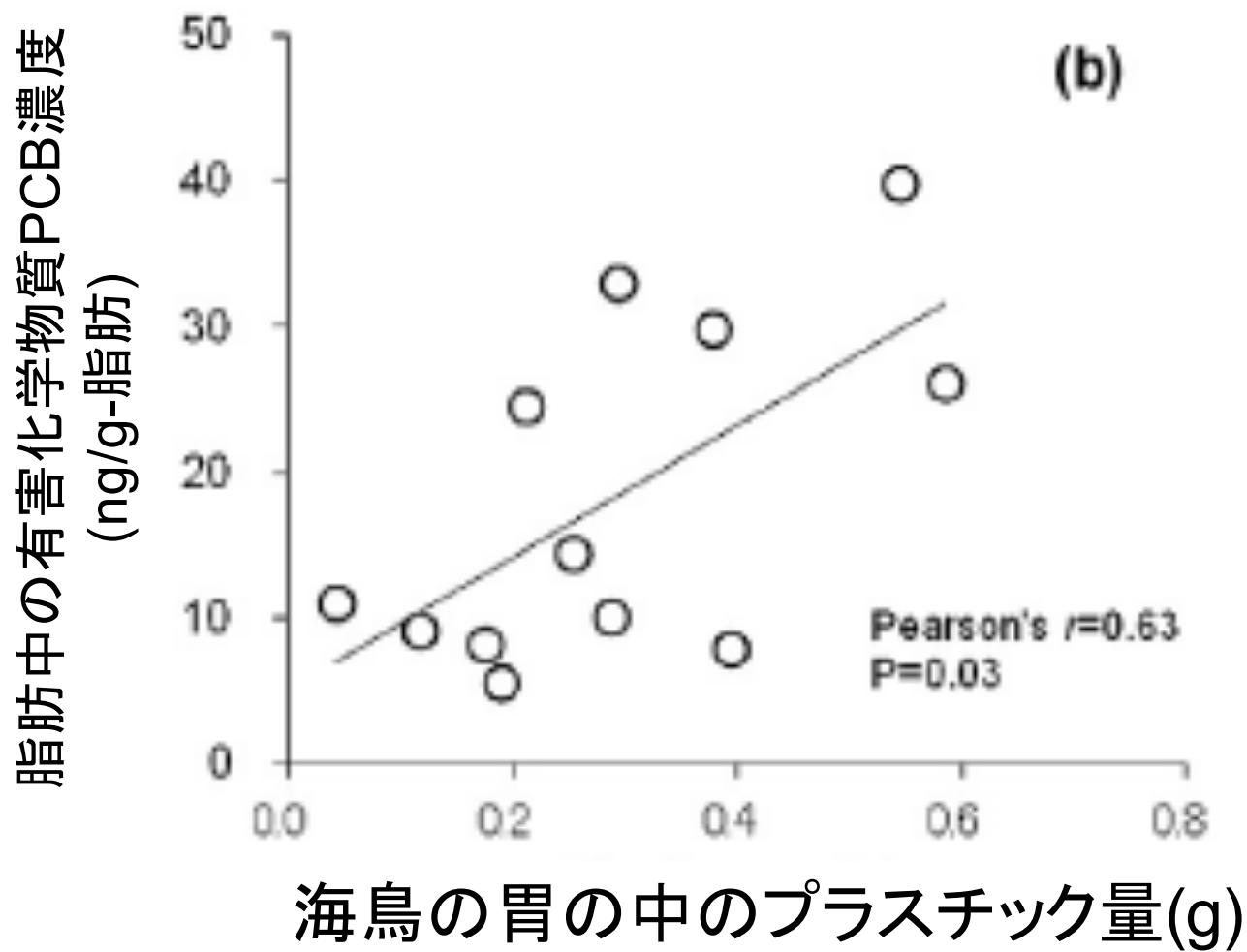


Fig. 4. Relationships between ingested plastic mass and concentrations of (a) total PCBs, (b) lower-chlorinated congeners (Cl number 2–4, see Fig. 3), and (c) higher-chlorinated congeners (Cl number 5–9, see Fig. 3) in abdominal adipose tissues of shearwaters that ingested plastics.

プラスチックに含まれる化学物質による生物への影響

室内実験ではプラスチックに吸着した化学物質により、プラスチックを摂食した生物(メダカ、ゴカイ)の肝機能の障害が観測されている。

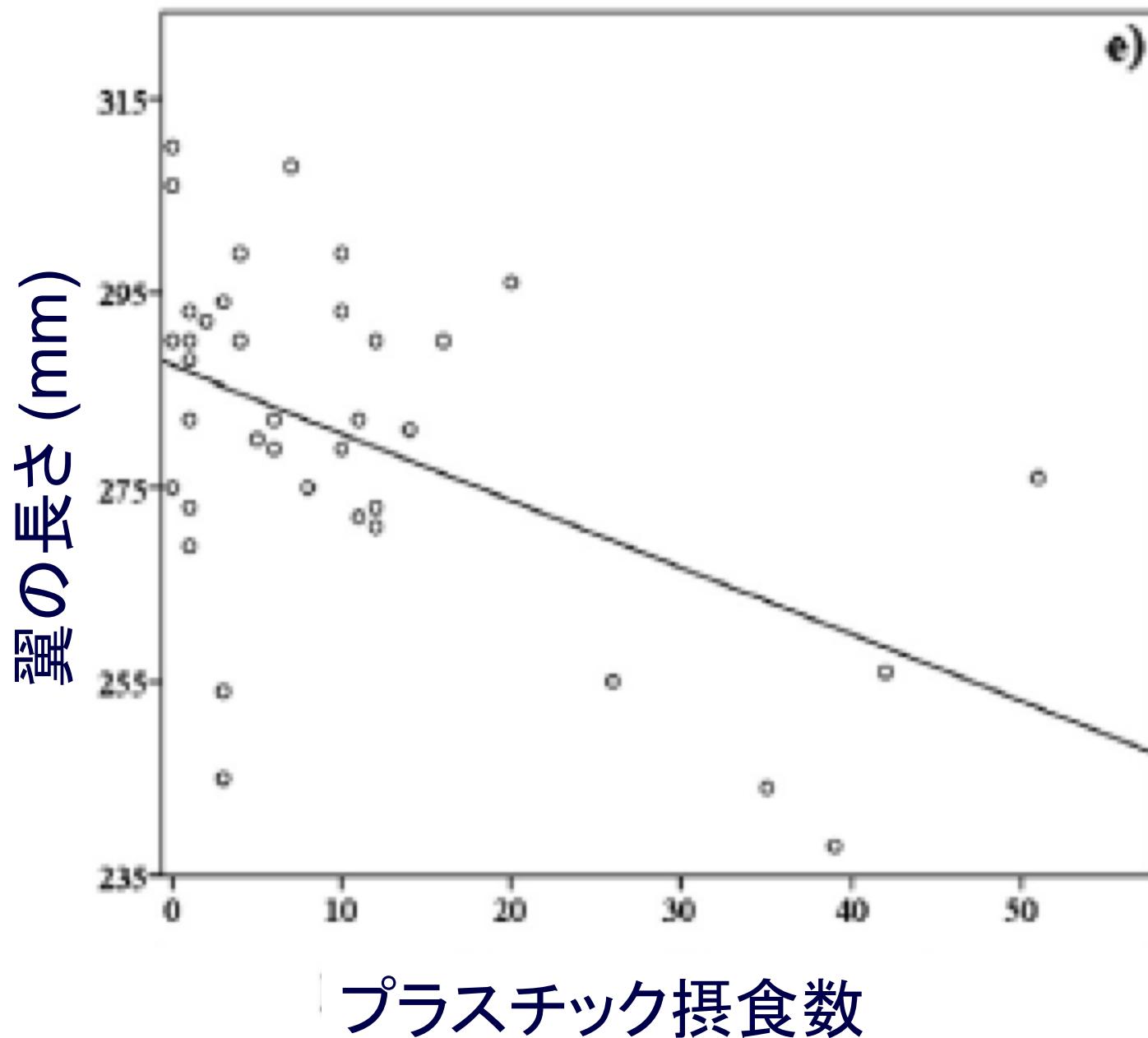
Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress

Chelsea M. Rochman¹, Eunha Hoh², Tomofumi Kurobe¹ & Swee J. Teh¹



Figure 4 | Liver Histopathology in medaka sampled after 2 months. Micrographs show livers that are glycogen-rich from the control treatment (a) and glycogen-depleted from the virgin-plastic (b) and the marine-plastic treatment (c). An eosinophilic focus of cellular alteration, a precursor to a tumor, was observed in one fish from the virgin-plastic treatment (b). The circle highlights eosinophilic (pinkish coloration) hepatocytes, approximately twice as large as the basophilic (blue coloration) glycogen-depleted hepatocytes. The progression of neoplastic hepatocytes is evidence by the presence of a tumor, a hepatocellular adenoma, in one fish from the marine-plastic treatment (encircled in panel c).

アカアシミズナギドリのプラスチック摂食数が多いと翼が短くなる



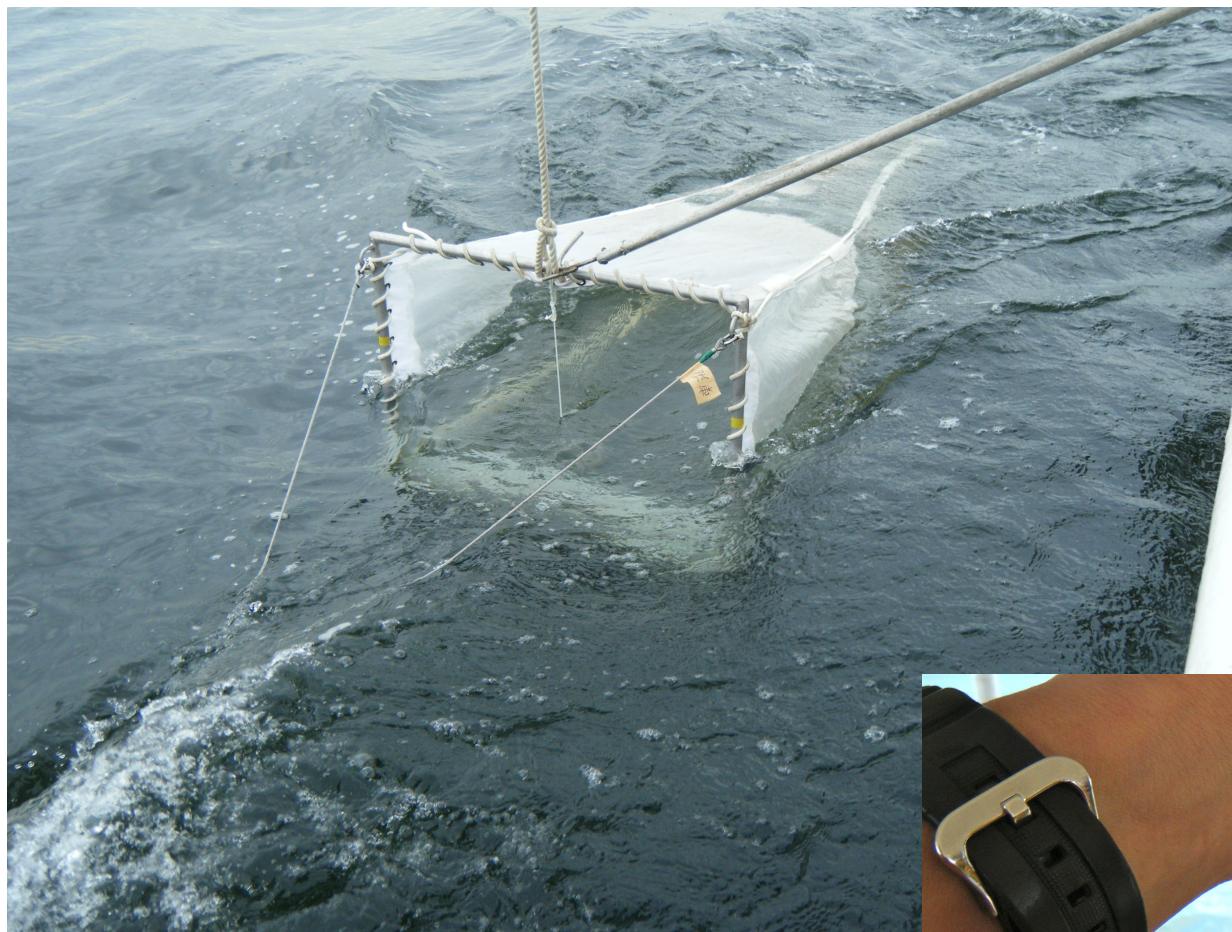
プラスチックは紫外線、熱、波の力などにより細かな破片になっていく

大きな破片

小さな破片

マイクロプラスチック

5 mm以下のプラスチック



マイクロプラスチックはいろいろな起源から供給される

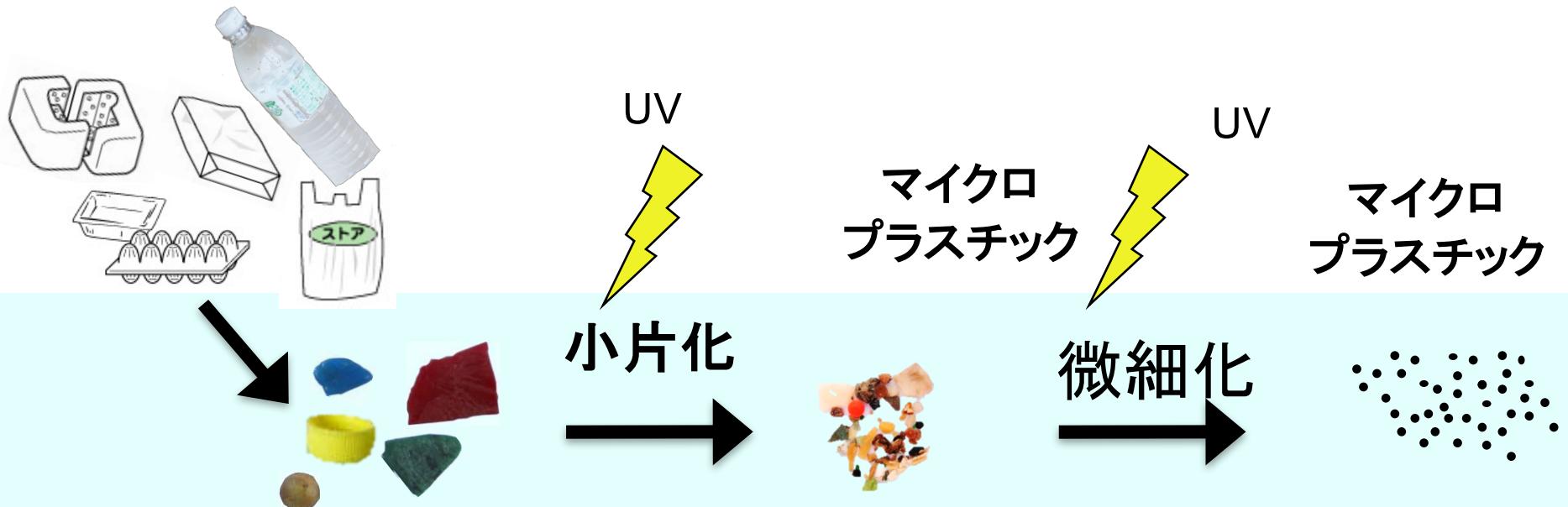
5 mm以下のプラスチック

- プラスチック製品の破片
- 化学繊維
- レジンペレット
- マイクロビーズ(スクラブ)
- メラミンフォームスポンジ



日本列島から1000km離れた太平洋上で気象庁が採取したマイクロプラスチック。
これにも有害な化学物質が含まれています。

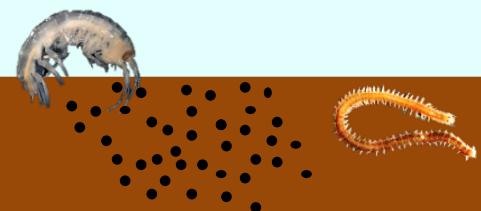
マイクロプラスチック：もともとは私たちが使っているプラスチック



紫外線や波の力で壊れて細かくなっていく。
砂浜の上は光と熱でどんどん小片化・微細化が進む。
砂浜での海岸清掃は大事です。

微細化してもプラスチックであることに変わりはありません。

海底/堆積物



Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks

Mark Anthony Browne,^{*,†,‡,§} Phillip Crump,[¶] Stewart J. Niven,^{§,||} Emma Teuten,[§] Andrew Tonkin,[¶] Tamara Galloway,[†] and Richard Thompson^{*}

^{*}School of Biology & Environmental Sciences, University College Dublin, Science Centre West, Belfield, Dublin 4, Ireland

[†]Centre for Research on the Ecological Impacts of Coastal Cities, A11 School of Biological Sciences, University of Sydney, NSW 2006, Australia

[‡]Marine Biology & Ecology Research Group, School of Marine Science & Engineering, University of Plymouth, Plymouth PL4 8AA, United Kingdom

[¶]School of Geography, Earth & Environmental Sciences, University of Plymouth, Plymouth PL4 8AA, United Kingdom

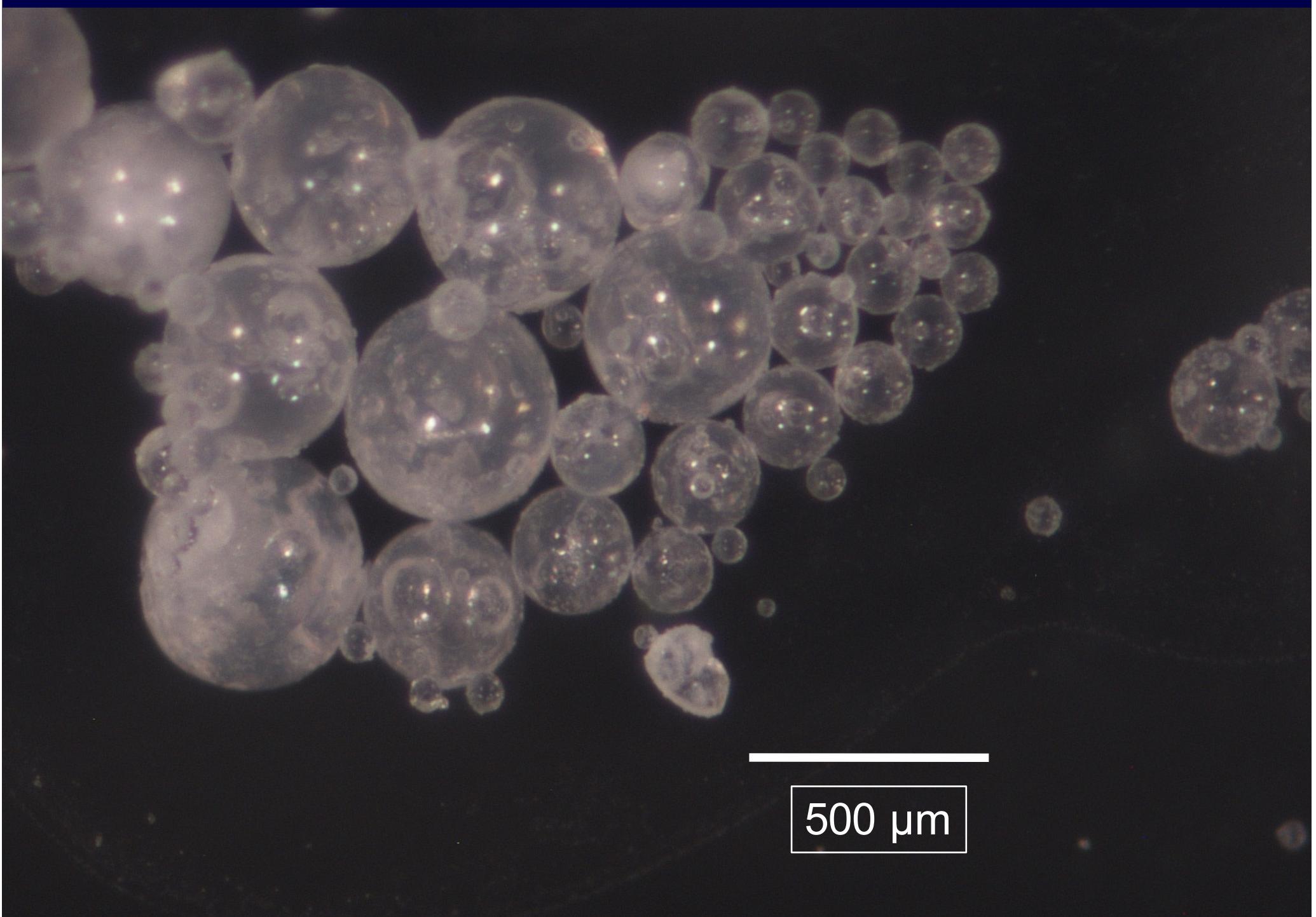
^{||}Waters Canada, On

[†]School of Bioscienc 1回1着の洗濯で約2000本の細かな纖維が放出 dom

ABSTRACT: Plastic debris <1 mm (defined here as microplastic) is accumulating in marine habitats. Ingestion of microplastic provides a potential pathway for the transfer of pollutants, monomers, and plastic-additives to organisms with uncertain consequences for their health. Here, we show that microplastic contaminates the shorelines at 18 sites worldwide representing six continents from the poles to the equator, with more material in densely populated areas, but no clear relationship between the abundance of microplastics and the mean size-distribution of natural particulates. An important source of microplastic appears to be through sewage contaminated by fibers from washing clothes. Forensic evaluation of microplastic from sediments showed that the proportions of polyester and acrylic fibers used in clothing resembled those found in habitats that receive sewage-discharges and sewage-effluent itself. Experiments sampling wastewater from domestic washing machines demonstrated that a single garment can produce >1900 fibers per wash. This suggests that a large proportion of microplastic fibers found in the marine environment may be derived from sewage as a consequence of washing of clothes. As the human population grows and people use more synthetic textiles, contamination of habitats and animals by microplastic is likely to increase.

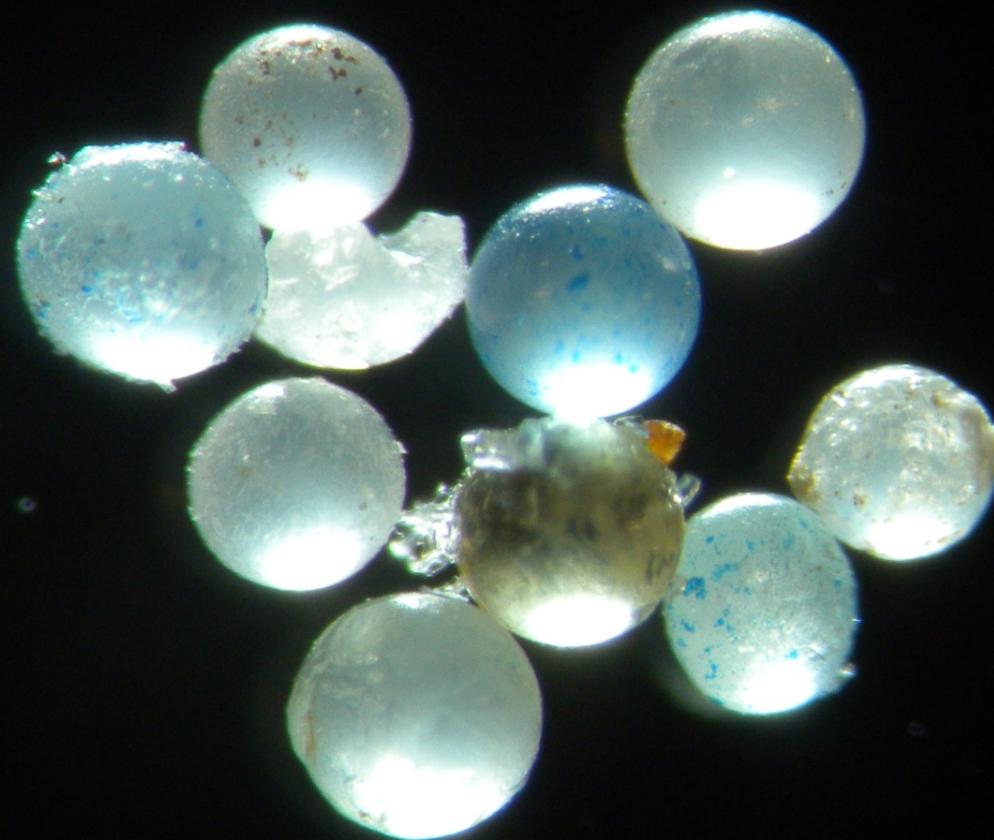


洗顔料中のマイクロビーズ



500 μm

東京湾海水中から検出されたマイクロビーズ



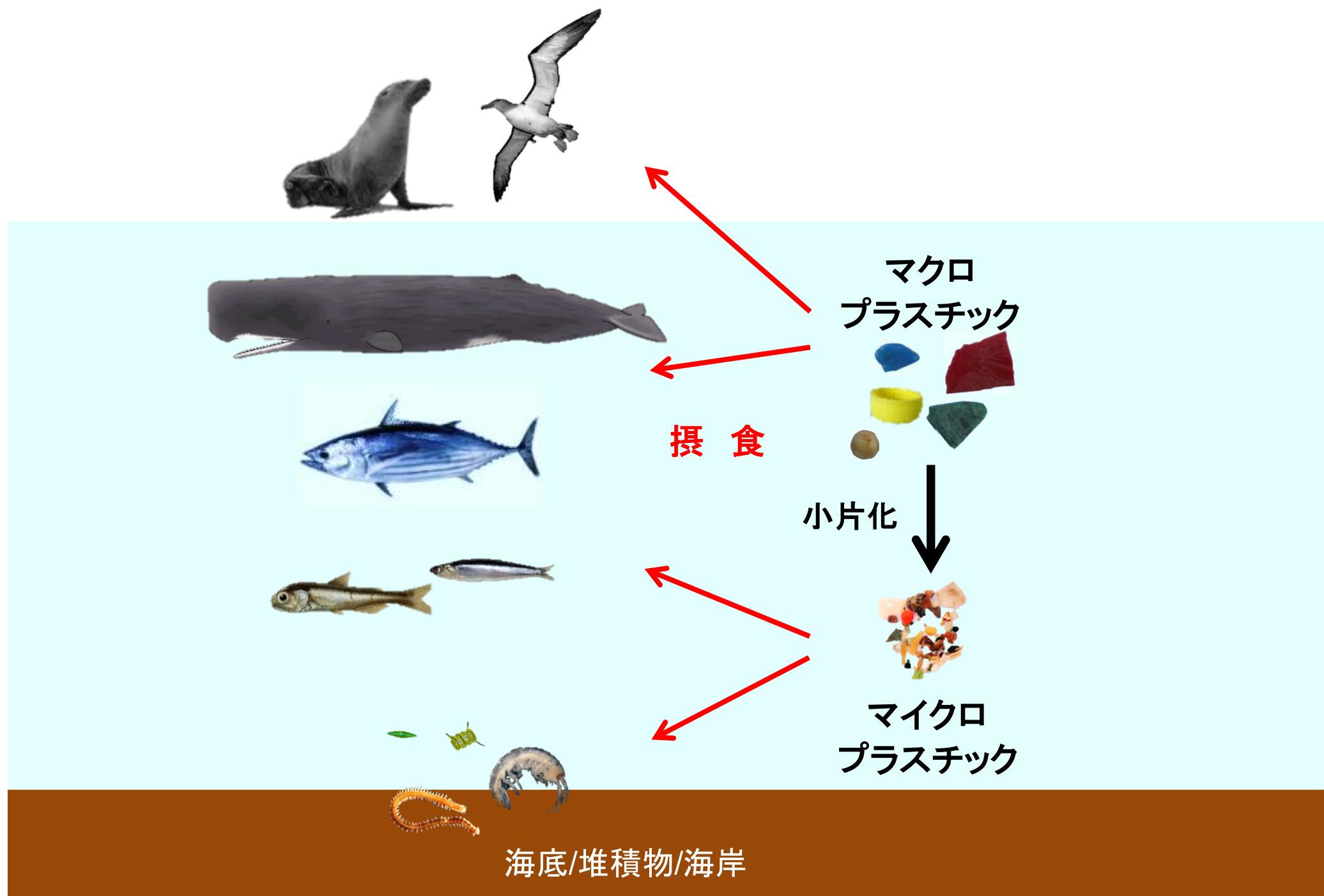
—

1 mm

マイクロプラスチックはいろいろな起源から供給される

- プラスチック製品の破片
- 化学繊維
- レジンペレット
- スクラブ(マイクロビーズ)
- メラミンフォームスポンジ

海洋におけるプラスチック汚染と生物の摂食



細かくなったプラスチックは魚貝類の体内に蓄積される

Environ. Sci. Technol. 2008, 42, 5026–5031

Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.)

MARK A. BROWNE,^{*,†}
AWANTHA DISSANAYAKE,[†]
TAMARA S. GALLOWAY,[‡]
DAVID M. LOWE,[§] AND
RICHARD C. THOMPSON[†]

School of Biological Sciences, University of Plymouth, Drake Circus, Plymouth, PL4 8AA, U.K., University of Exeter, Prince of Wales Road, Exeter, EX4 4PS, U.K., and Plymouth Marine Laboratory, Prospect Place, Plymouth, PL1 3DH, U.K.

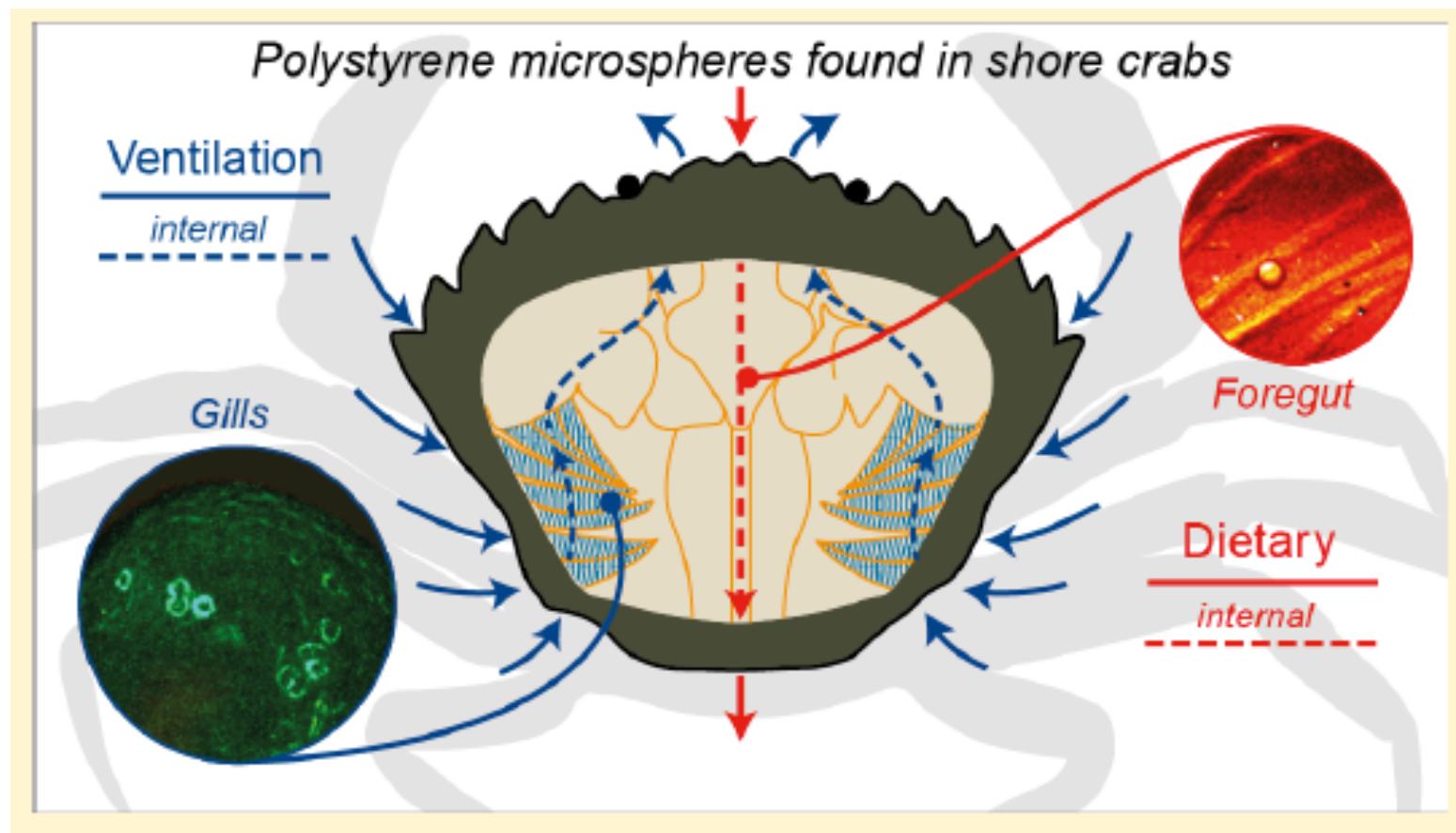
Plastics debris is accumulating in the environment and is fragmenting into smaller pieces; as it does, the potential for ingestion by animals increases. The consequences of macroplastic debris for wildlife are well documented, however the impacts of microplastic (<1 mm) are poorly understood. The mussel, *Mytilus edulis*, was used to investigate ingestion, translocation, and accumulation of this debris. Initial experiments showed that upon ingestion, microplastic accumulated in the gut. Mussels were subsequently exposed to treatments containing seawater and microplastic (3.0 or 9.6 μm). After transfer to clean conditions, microplastic was tracked in the hemolymph. Particles translocated from the gut to the circulatory system within 3 days and persisted for over 48 days. Abundance of microplastic was greatest after 12 days and declined thereafter. Smaller particles were more abundant than larger particles and our data indicate as plastic fragments into smaller particles, the potential for accumulation in the tissues of an organism increases. The short-term pulse exposure used here did not result in significant biological effects. However, plastics are exceedingly durable and so further work using a wider range of organisms, polymers, and periods of exposure will be required to establish the biological consequences of this debris.

- 二枚貝
- ゴカイ
- アミ類
- 蟹

マイクロプラスチックは蟹にも蓄積する

Uptake and Retention of Microplastics by the Shore Crab *Carcinus maenas*

Andrew J. R. Watts,^{*†} Ceri Lewis,[†] Rhys M. Goodhead,^{†‡} Stephen J. Beckett,[§] Julian Moger,[‡] Charles R. Tyler,[†] and Tamara S. Galloway[†]



微細プラスチックは実際に海に棲息する二枚貝の体内からも検出された

Microplastics in bivalves cultured for human consumption

Lisbeth Van Cauwenberghe*, Colin R. Janssen

Ghent University, Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Jozef Plateaustraat 22, 9000 Ghent, Belgium

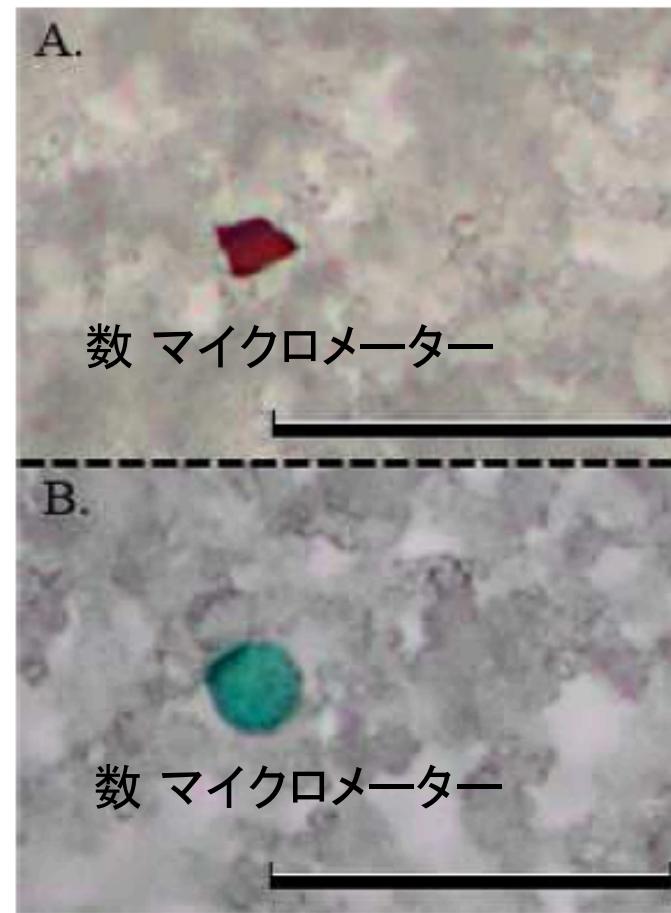


Fig. 1. Microplastics detected in the acid digested *Mytilus edulis* and *Crassostrea gigas*. A. Red particle recovered from *Mytilus edulis*; B. Green sphere detected in the soft tissue of *Crassostrea gigas*. (Scale bar: 50 µm). (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Ingestion of Microplastics by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean

Jean-Pierre W. Desforges¹ · Moira Galbraith² · Peter S. Ross¹

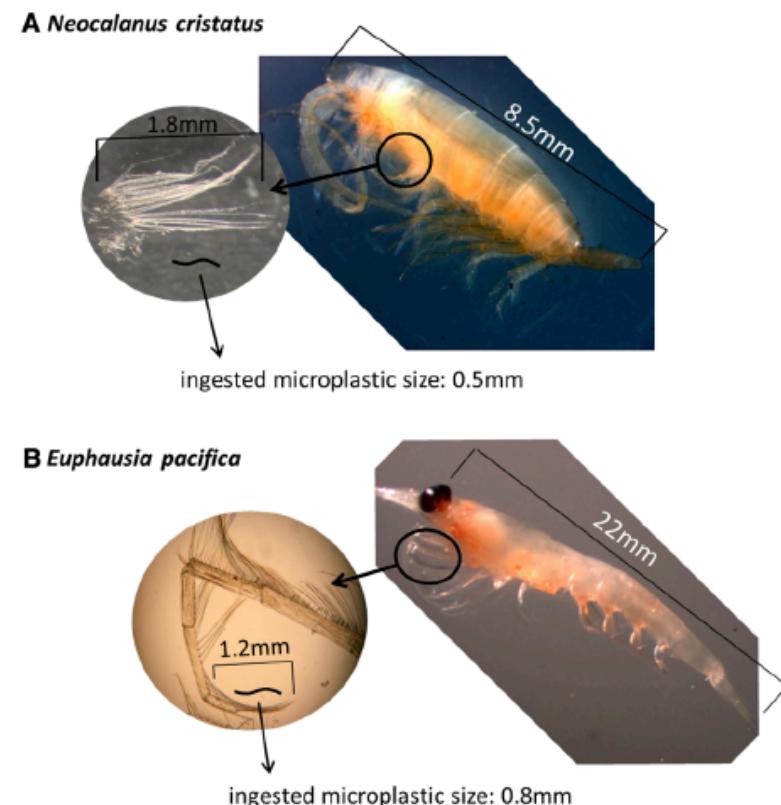


Fig. 2 The feeding appendage anatomy of a *N. cristatus* and b *E. pacifica* suggest that the sizes of ingested microplastic particles were within the physical limits of mouth gape and handling capacity of setae. The average microplastic particle size detected in this study is shown in relation to the size of setae for both zooplankton species

アメリカ、インドネシアの市場の魚からもマイクロプラスチックが検出された

OPEN

Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption

Received: 01 April 2015

Accepted: 25 August 2015

Published: 24 September 2015

Chelsea M. Rochman¹, Akbar Tahir², Susan L. Williams³,
Jeffrey T. Miller⁴, Foo-Ching Teh⁵, Shinta Werorilang⁶

SCIENTIFIC REPORTS

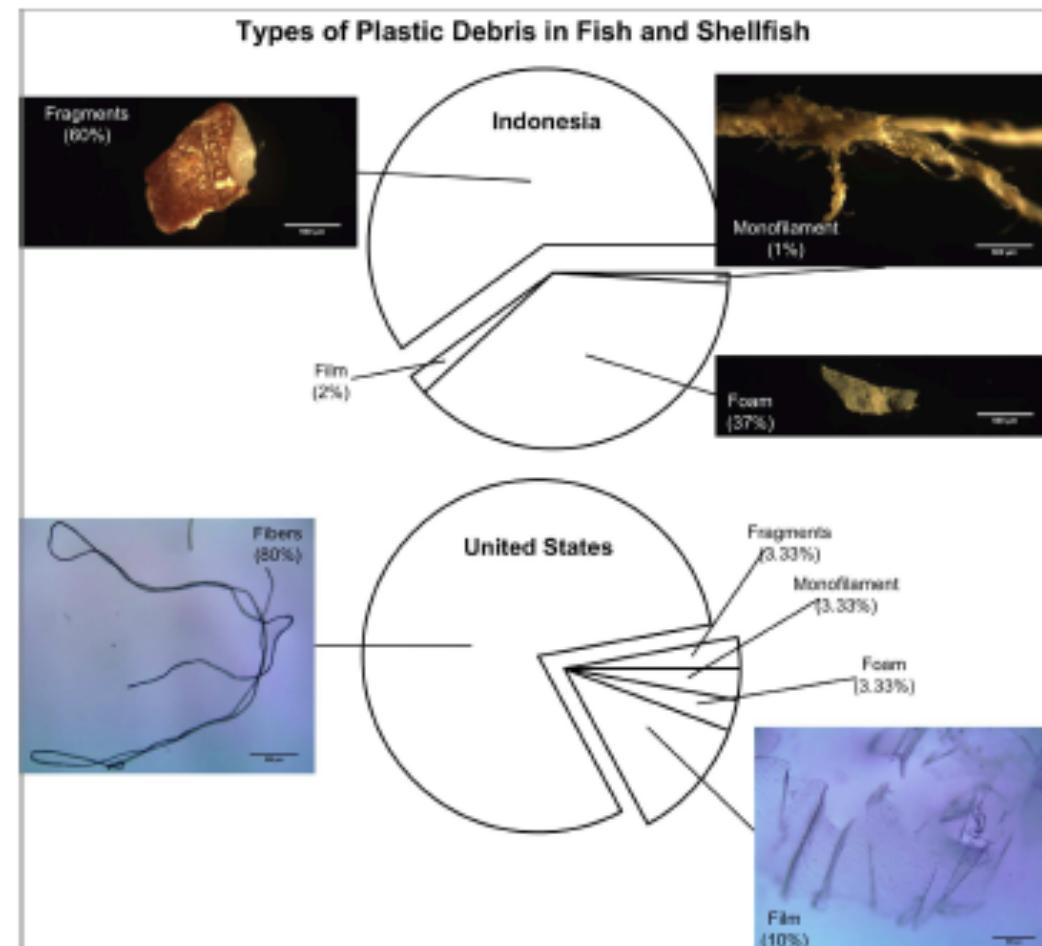
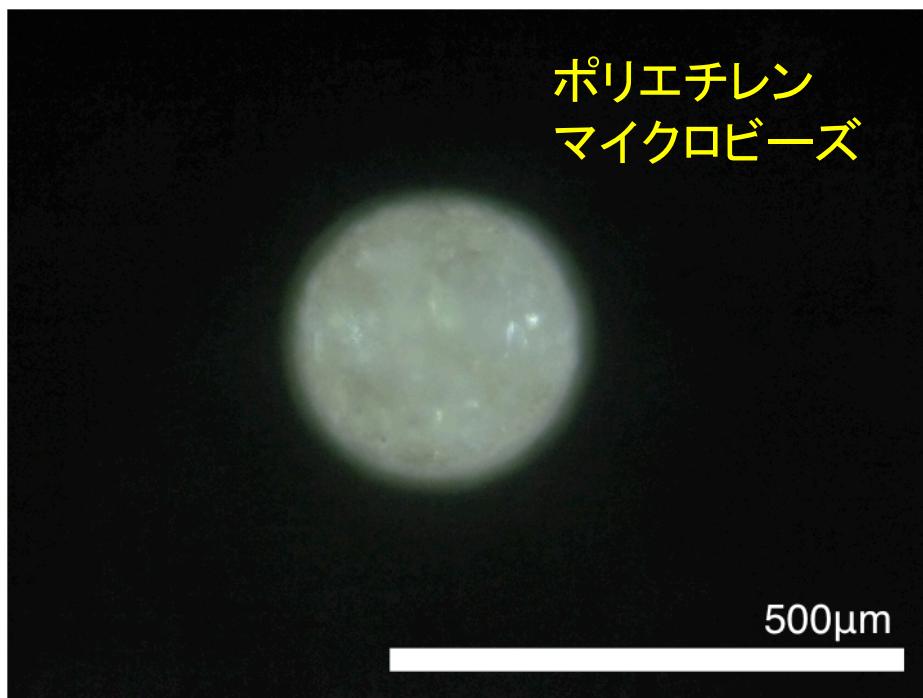
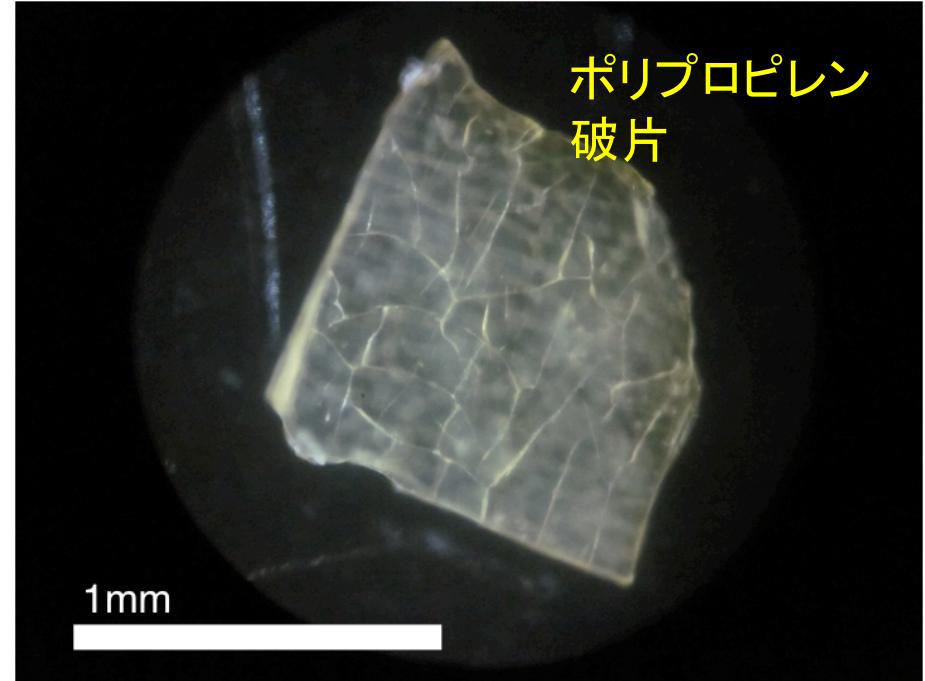
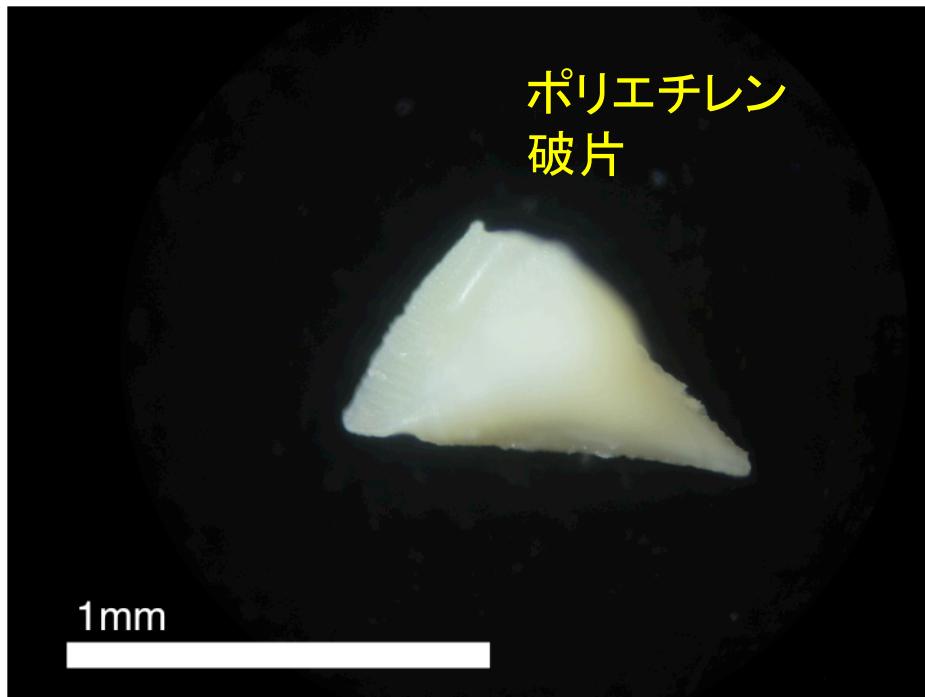


Figure 3. Types of anthropogenic debris in market fish products sampled from Indonesia and the United States. The pie charts above show the percentage of each type (i.e. plastic fragments, fibers, plastic film, plastic foam and plastic monofilament) of anthropogenic debris found across all fish sampled from Indonesia (top) and the United States (bottom). Images show examples of each type of debris found. Scale bars on all pictures are set at 500µm.

東京湾で釣ったカタクチイワシ64尾を分析



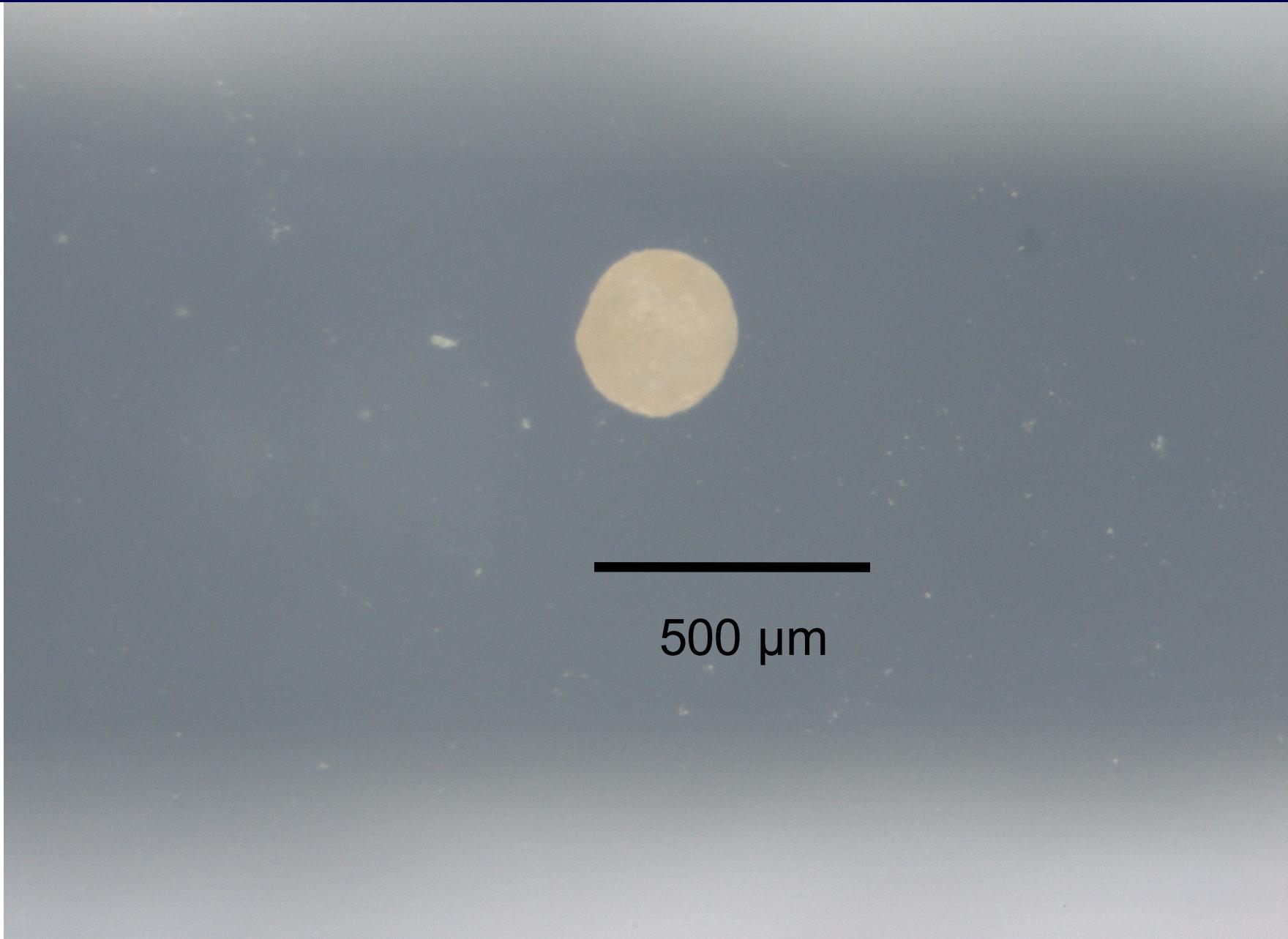
64尾中49尾からマイクロプラスチックを検出



その多くはプラスチック片

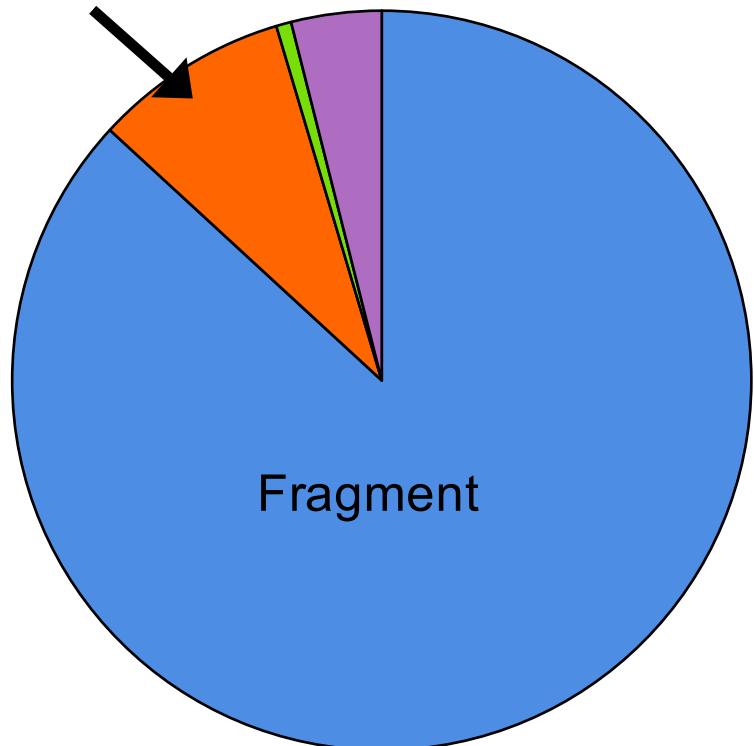
ヒトが食べてもこのサイズの
プラスチックは排泄される。

カタクチイワシからマイクロビーズを検出



イワシから検出されたマイクロプラスチックの9割は破片

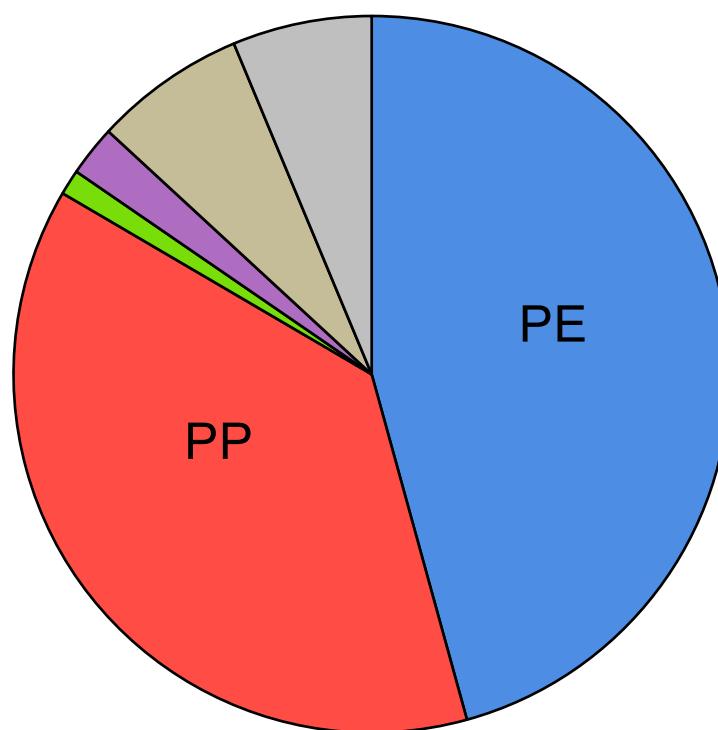
Microbeads



1割はマイクロビーズ

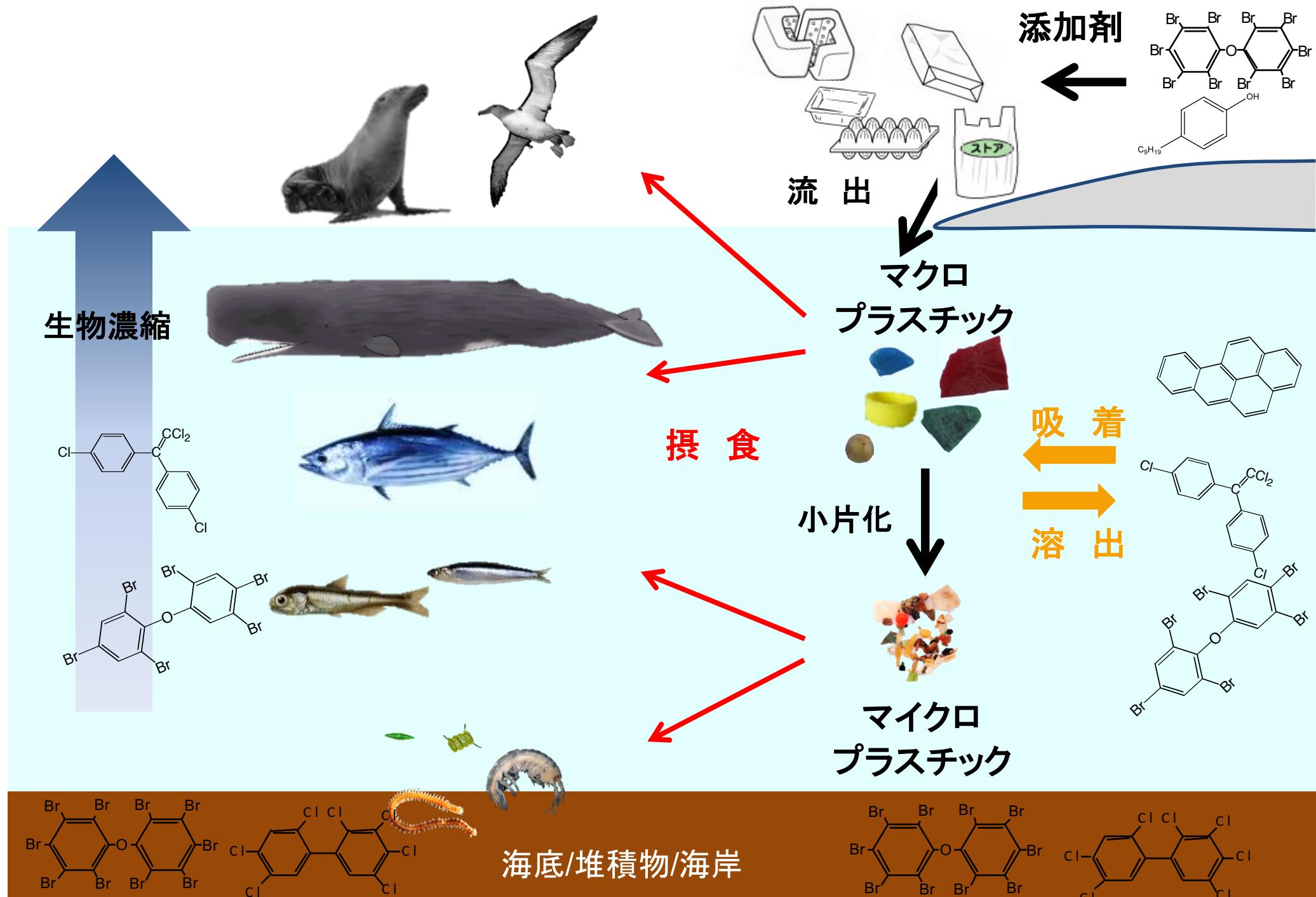
化粧品へマイクロビーズの配合を止めるだけでは解決しない

- Fragment
- bead
- sheet
- line



- Polyethylene
- Polypropylene
- Polystyrene
- Other plastics
- Others
- Not identified

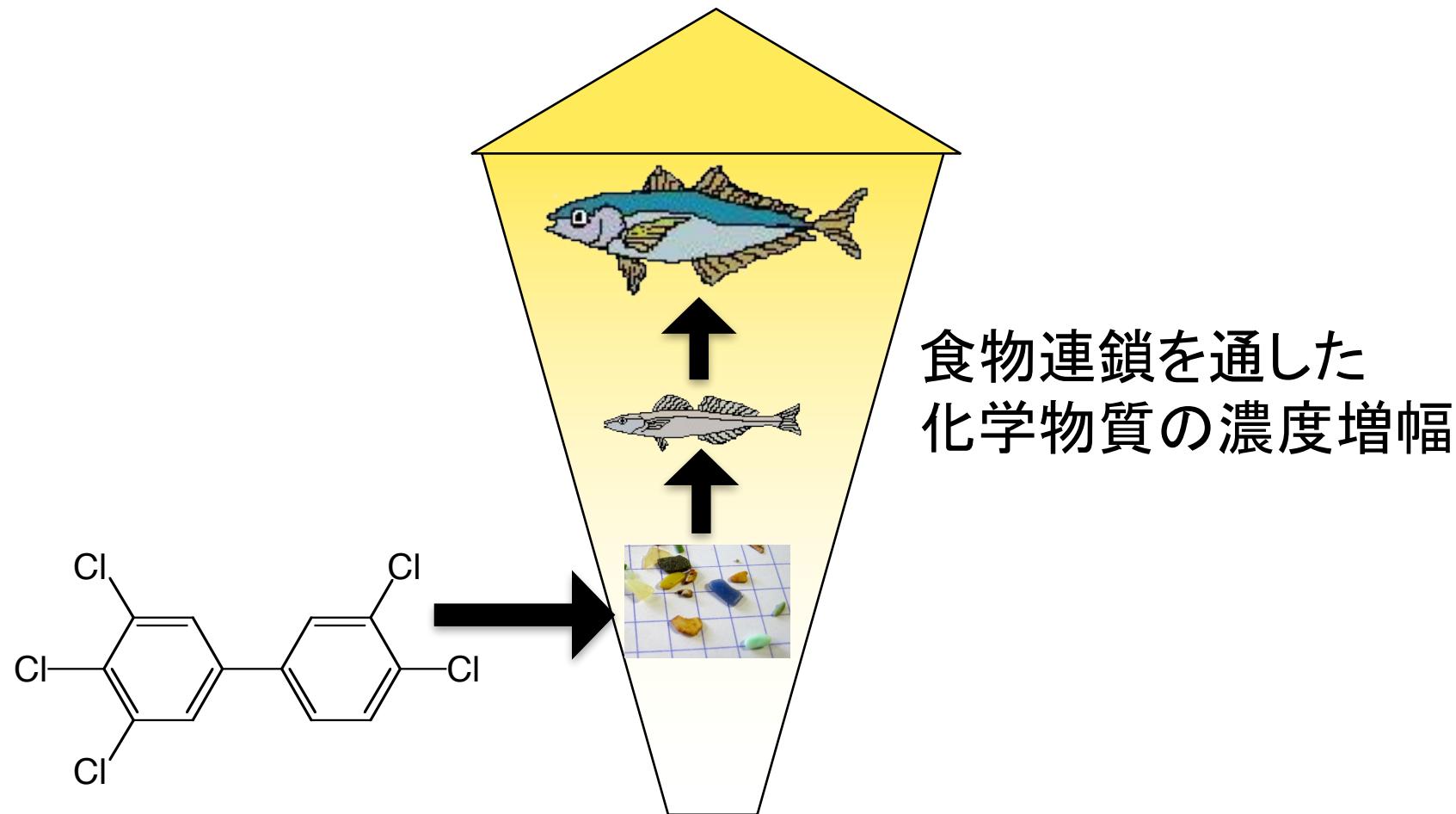
海洋におけるプラスチック汚染と化学物質の挙動



プラスチックの大きさに応じて食物連鎖の様々な生物に摂食され、化学物質も曝露する

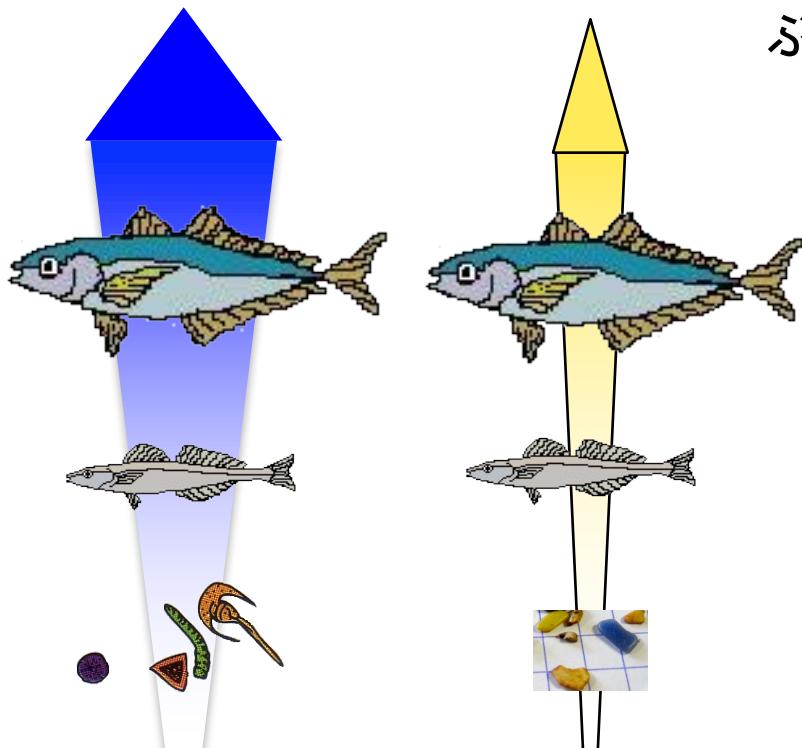
人間が魚貝類を通してプラスチックを食べても、プラスチック自体は排泄されるが、化学物質は人体に移行・蓄積する可能性がある。

人間への曝露

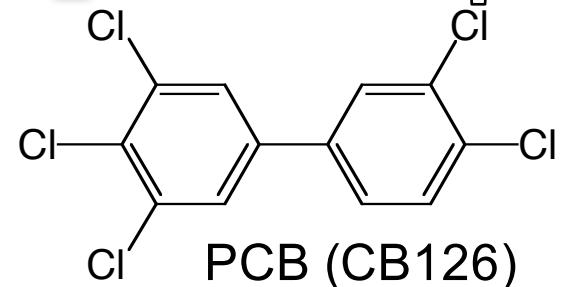


しかし、魚貝類は餌からも汚染物質に曝露されている

ヒト



プラスチック微細片はプランクトンと同じように汚染物質を濃縮し、汚染物質を食物連鎖に運ぶ。

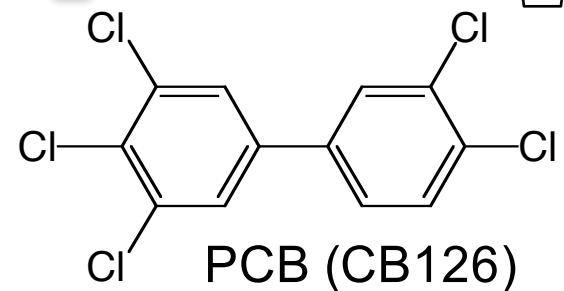
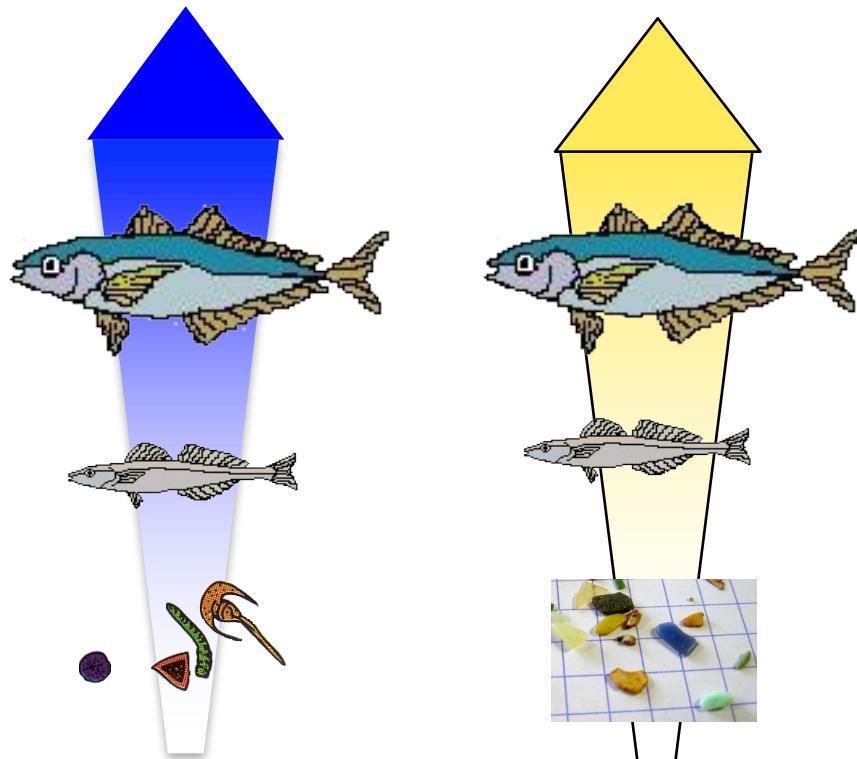


プラスチックに濃縮された汚染物質の量が少なければ、相対的には問題が少ない。

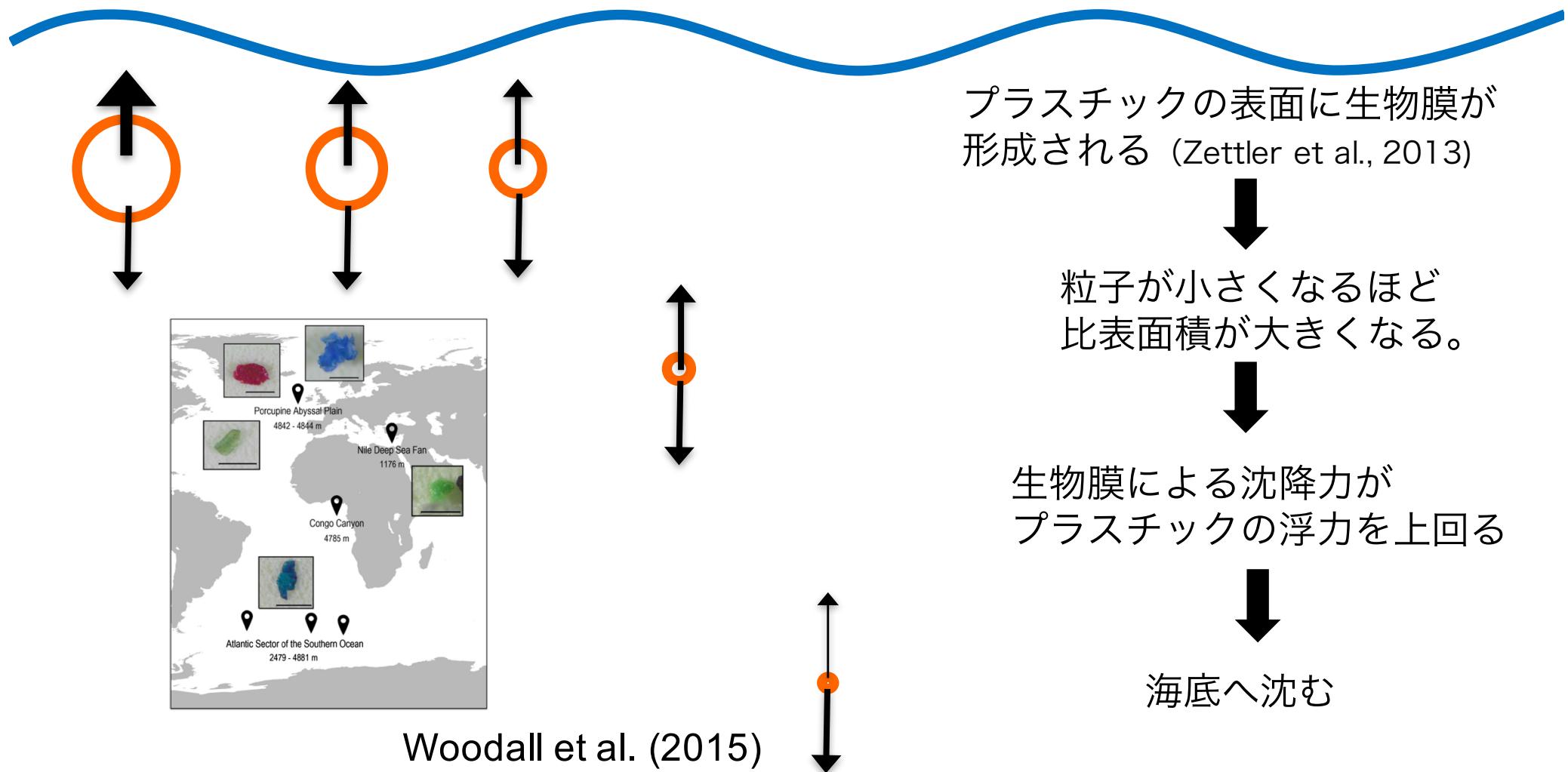
でも、このままの状態が続くと..

プラスチック微細片による暴露量>プランクトンによる暴露量になってしまう可能性がある

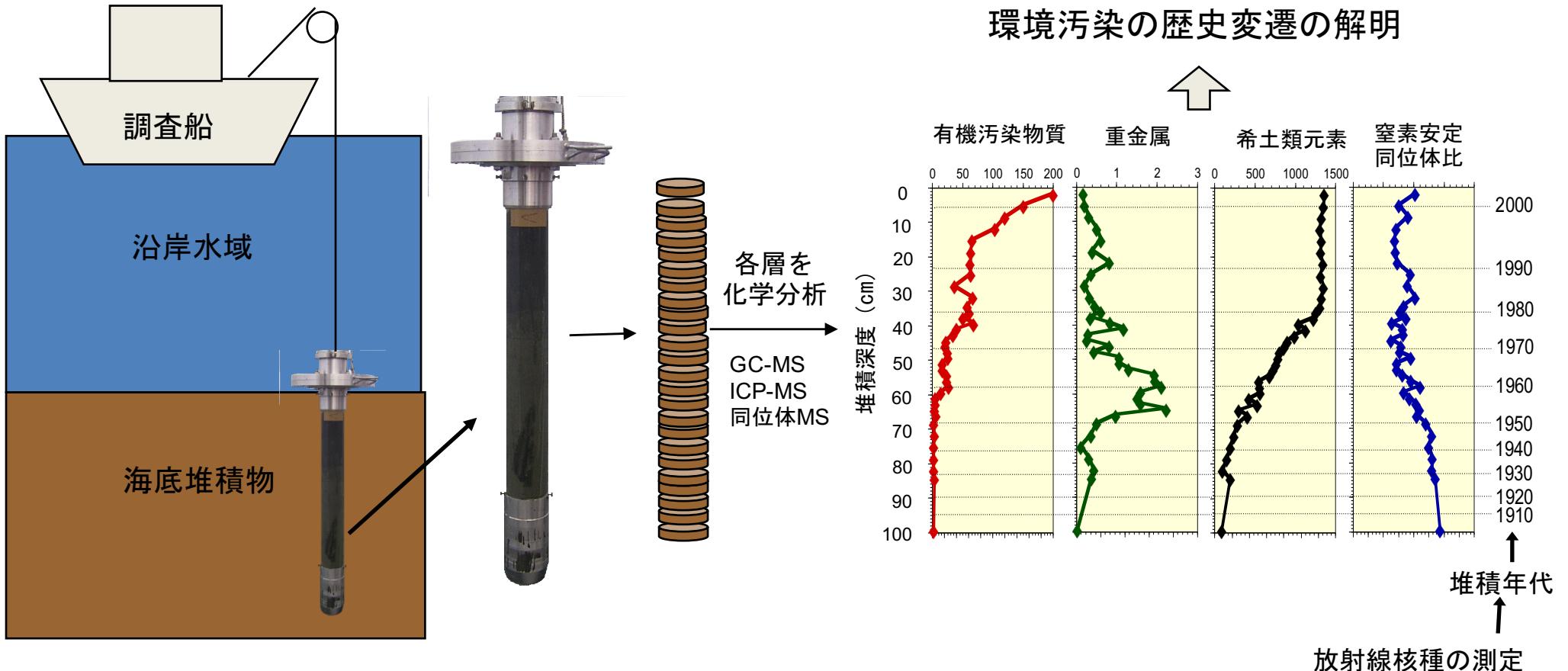
ヒト



微細なマイクロプラスチックは生物膜の付着により沈降する



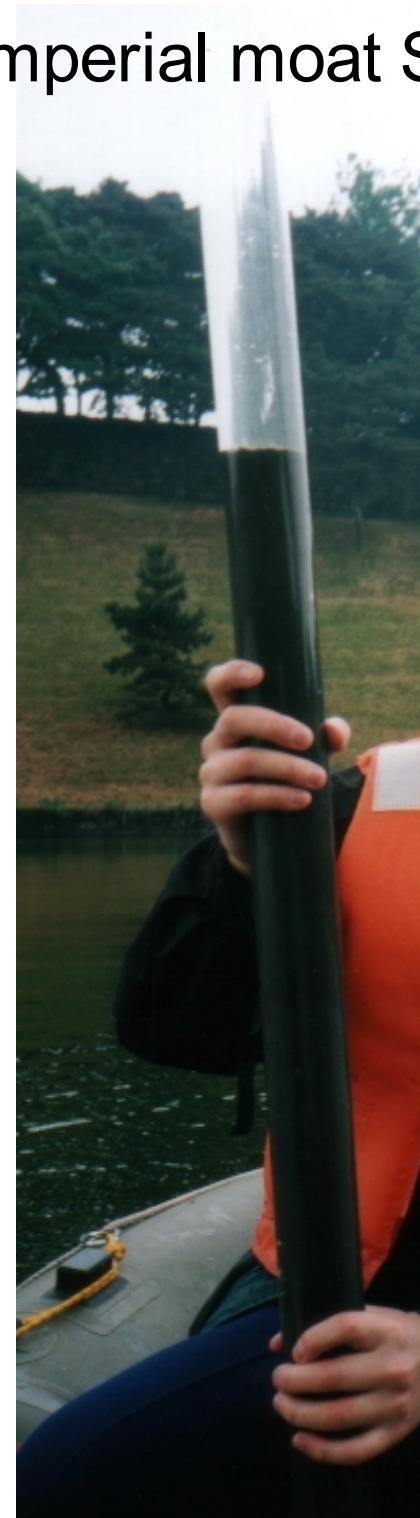
柱状堆積物を用いた環境汚染史の解析手法



皇居桜田濠柱状堆積物採取地点

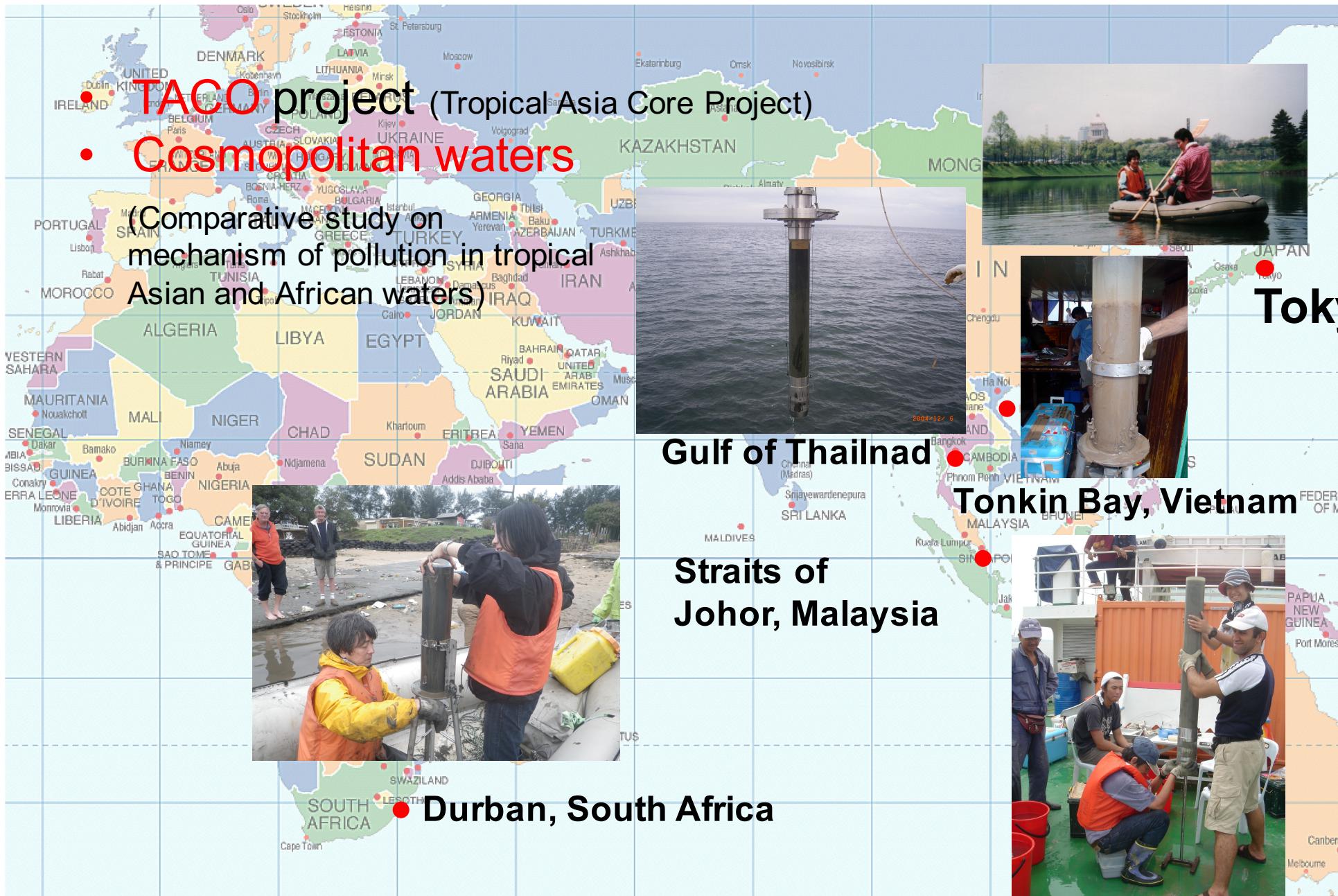


Collection of sediment core from imperial moat Sakurada



アジア・アフリカで採取した柱状堆積物も分析

2005-2013



The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene

Colin N. Waters,^{1*} Jan Zalasiewicz,² Colin Summerhayes,³ Anthony D. Barnosky,⁴ Clément Poirier,⁵ Agnieszka Gałuszka,⁶ Alejandro Cearreta,⁷ Matt Edgeworth,⁸ Erle C. Ellis,⁹ Michael Ellis,¹ Catherine Jeandel,¹⁰ Reinhold Leinfelder,¹¹ J. R. McNeill,¹² Daniel deB. Richter,¹³ Will Steffen,¹⁴ James Syvitski,¹⁵ Davor Vidas,¹⁶ Michael Wagreich,¹⁷ Mark Williams,² An Zhisheng,¹⁸ Jacques Grinevald,¹⁹ Eric Odada,²⁰ Naomi Oreskes,²¹ Alexander P. Wolfe²²

人新世



完新世

Science , Jan. 8, 2016

マイクロプラスチックは21世紀の環境問題

海洋プラスチック汚染への初めの警鐘は1972年

サルガッソー海の海表面のプラスチック

Carpenter and Smith (1972) サイエンス, March 17 p.1240-1241.



Fig. 1. Typical plastic particles from tow 2. White pellets are on the left.

大西洋の海表面のプラスチック汚染：海鳥
からの証拠

Rothstein (1973),
コンドル, vol.75, p.344-345

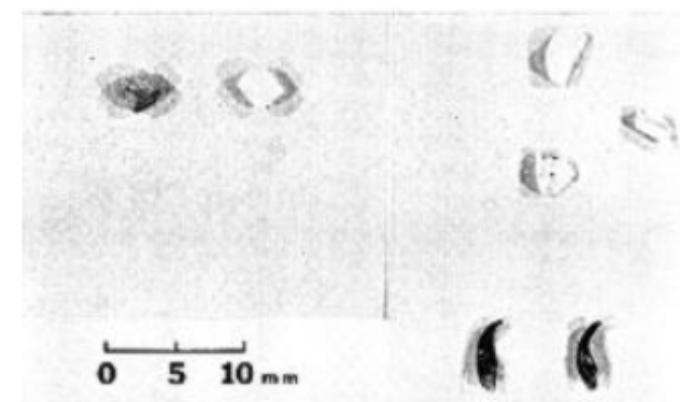


FIGURE 1. Objects found in the stomachs of two Leach's Petrels. The two pieces of plastic in the upper left corner were found in the gizzard of a petrel collected on Gull Island, Newfoundland. The three pieces of plastic as well as the two claw-like structures in the right half of the figure were all found in the gizzard of a petrel collected on Kent Island, New Brunswick. The claw-like structures have been tentatively identified as the pharyngeal teeth of a large polychaete.

チャールズモア船長が太平洋巨大渦流にプラスチックゴミだまりを発見(1997)



プラスチックが海洋環境 中で有害化学物質の 運び屋になる

Environmental Science & Technology
2001, vol.35, 318-324



顕微鏡サイズのプラスチックが海洋環境中で発見される (2000年代)

7 MAY 2004 VOL 304 SCIENCE www.sciencemag.org

Lost at Sea: Where Is All the Plastic?

Richard C. Thompson,^{1*} Ylva Olsen,¹ Richard P. Mitchell,¹
Anthony Davis,¹ Steven J. Rowland,¹ Anthony W. G. John,²
Daniel McGonigle,³ Andrea E. Russell³

2005年、ロングビーチで海洋プラスチックの
国際シンポジウムが開催された



インターナショナルペレットウォッチも2005年に開始



Available online at www.sciencedirect.com



Marine Pollution Bulletin 52 (2006) 1547–1548

MARINE
POLLUTION
BULLETIN

www.elsevier.com/locate/marpolbul

Editorial

Call for pellets! International Pellet Watch Global Monitoring of POPs using beached plastic resin pellets

Since 2005

On our beaches, we see various quantities of many materials (e.g., seaweed, driftwood, trash, plastic fragments, cigarette ends) along the high-tide line. Among them, we can commonly find plastic resin pellets. Recently we have started a global monitoring programme of persistent organic pollutants (POPs) using these stranded plastic resin pellets (International Pellet Watch: <http://www.tuat.ac.jp/~gaiaplw/index.html>).

Plastic resin pellets are small granules, generally with shape of a cylinder or a disk with a diameter of a few mm (Fig. 1). These plastic particles are the industrial raw material of plastics which are transported to manufacturing sites where “user plastics” are made by re-melting the pellets and molding them into the final products. Resin pellets can be unintentionally released to the environment, both during manufacturing and transport. The released resin pellets are carried by surface run-off, streams and river waters, eventually leading to the ocean. Because of their environmental persistence, they are distributed widely in

the ocean and are now found on beaches all over the world. In 2001, we revealed the existence of various organic micro-pollutants (i.e., polychlorinated biphenyls; PCBs, DDE, and nonylphenol) in these stranded plastic resin pellets collected on beaches (Mata et al., 2001).

Because of the hydrophobic nature of the plastic surfaces, hydrophobic pollutants such as PCBs and DDTs are adsorbed to the pellets from the surrounding seawater with concentration factors of up to 10^6 . We observed a weak correlation between PCBs concentrations in plastic resin pellets collected on beaches with levels in traditional monitoring media (i.e., mussels), although large piece-to-piece variability of PCB concentrations was also observed (Endo et al., 2005). Because the resin pellets are distributed on beaches the world over, and because collection and shipping of the pellets are easy, we propose global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) using these beached plastic resin pellets.

In the International Pellet Watch project, we ask people from all countries to collect plastic resin pellets on their nearby beaches and send them to our laboratory via airmail. No cooling nor freezing is necessary during shipment. People just need to put the pellets into a paper envelope and post it to us. To get representative data, we need 100–200 pieces of pellets (preferably yellowed pellets) from each location. Organic micro-pollutants in the pellets will be analyzed in our laboratory. Based on the analytical results, global distributions of these organic micro-pollutants will be mapped. Results will be sent to the participants through e-mail and will be released on the web as well.

The purpose of International Pellet Watch is to understand the current status of global POPs pollution, and the advantage of Pellet Watch is its extremely low cost of sampling and shipping as compared with conventional monitoring using water, sediment and biological samples. Further, we can draw global POPs pollution maps for a very low cost. Already several NGOs who conduct beach clean-up projects are helping with sample collection.

So far, our spatial coverage is very limited and of course the strength of the programme will be related to the coverage



Fig. 1. Plastic resin pellets.

サイエンスに「海洋プラスチック汚染の新しい展開」が
掲載

New Directions in Plastic Debris

RICHARD THOMPSON,^{1*} CHARLES MOORE,²
ANTHONY ANDRADY,³ MURRAY GREGORY,⁴
HIDESIGE TAKADA,⁵ STEPHEN WEISBERG⁶

Science, 2005

アメリカの行政機関も国際ワークショップを開催



5mm以下のプラスチックという定義が作られた

2007, Tacoma, WA

2010年以降、欧米の学会での特別セッションが多数開催され、
UNEPやGESAMPなどの環境や海洋関係の国際機関も
ワークショップを開催

2010 Feb. American Geological Union (AGU) meeting

2010 May Society of Ecotoxicology and Chemistry (SETAC) Europe

2010 June GESAMP Workshop, Paris

2010 Sep. International Symposium in Matsuyama

2010 Nov. SETAC North America

2010 Nov. NOAA Tacoma workshop

2011 Mar. International Marine Debris Conference, Hawaii

2011 May SETAC Europe

2012 May SETAC Europe

GESAMP

海洋環境保護のための科学的知見を提供する専門家グループ



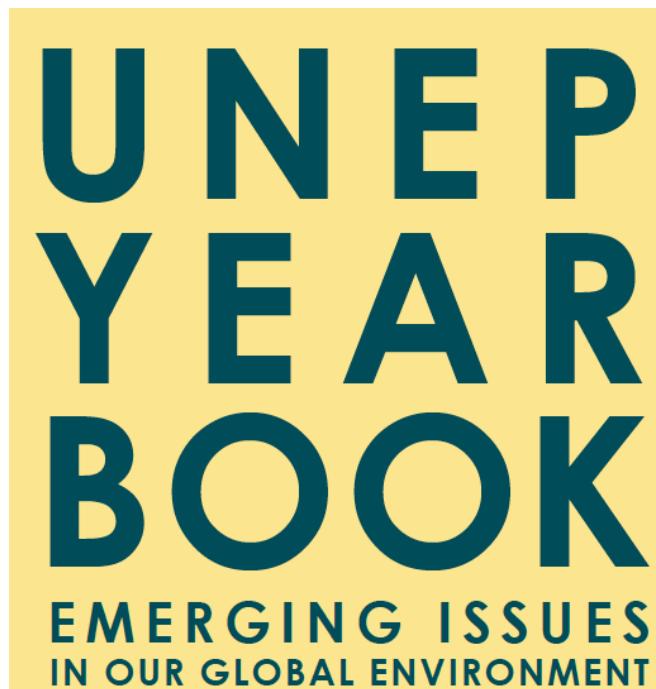
GESAMP
Joint Group of Experts on the
Scientific Aspects of Marine
Environmental Protection

Proceedings of the GESAMP
International Workshop on
Microplastic particles as a vector
in transporting persistent, bio-
accumulating and toxic sub-
stances in the ocean

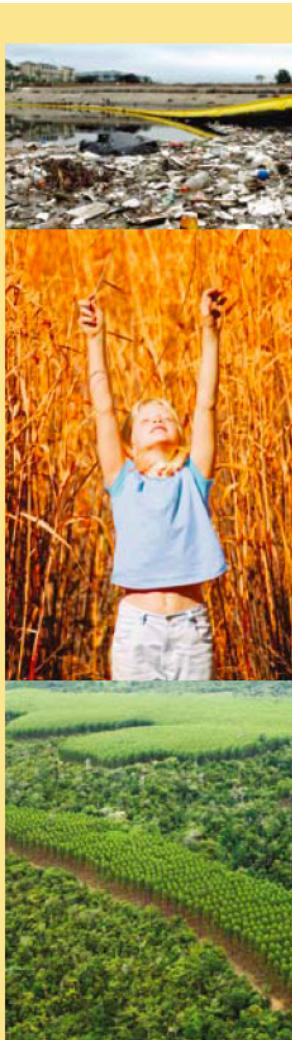


国際機関も海洋プラスチック汚染に注目

国連環境計画の年鑑



United Nations Environment Programme



Plastic Debris in the Ocean

Every year large amounts of plastic debris enter the ocean, where it slowly fragments and accumulates in convergence zones. Scientists are concerned about the possible impacts of small plastic fragments—microplastics—in the environment. The role of plastics as a vector for transporting chemicals and species in the ocean is as yet poorly understood, but it is a potential threat to ecosystems and human health. Improved waste management is the key to preventing plastic and other types of litter from entering the ocean.

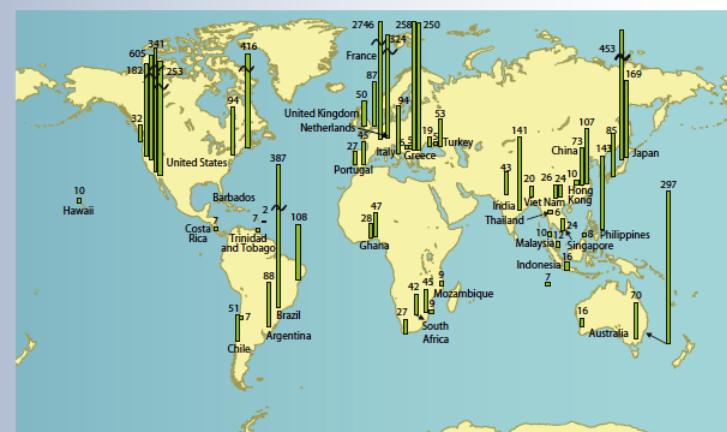
Box 3: Plastic pellets

Plastic resin pellets are small granules, generally in the shape of a cylinder or disc, with a diameter of a few millimetres. These particles are an industrial raw material that is remelted and moulded into final products. They enter the ocean as a result of spills or accidental releases. Like other plastic particles, they have been shown to accumulate PCBs. In the case of thin plastic films, for example those 50 micrometres or less, it may take only a few days for this process of accumulation or release to occur (Adams et al. 2007). In the case of pellets, equilibrium between the concentration of a given compound in a pellet and in the surrounding water or sediment may take many weeks or months. Older pellets consequently tend to have higher concentrations of contaminants and have been used to map the distribution of pollution in coastal waters around the world (Ogata et al. 2009, International Pellet Watch 2011) (Figure 5). Their consistent size makes them a useful monitoring tool.

Transport by plastic particles does not represent a significant additional flux of PCBs on a global scale compared with atmospheric or water transport (Zarfl and Matthes 2010). However, the concentration of contaminants by microplastic particles presents the possibility of increasing exposure to organisms through ingestion and entrance into the food chain—with the prospect of biomagnification in top-end predators in the food chain such as swordfish and seals. Ingestion of small particles by a wide variety of organisms has been well reported. However, the basic information needed on the biochemical and physiological response of organisms to ingested plastics contaminated with PCBs in order to quantify the scale of the problem is currently unavailable (Arthur et al. 2009, GESAMP 2010). It is conceivable that PCBs in plastic particles will be less bioavailable than those from the surrounding water or food sources (Gouin et al. 2011).



Collected from beaches around the world, plastic pellets like these have been found to accumulate persistent, bio-accumulating and toxic substances. The pellets are used in the manufacture of plastic products and have been introduced into the ocean through accidental releases. They may also be released as a result of poor handling or waste management. While there is evidence that quantities entering the marine environment have been reduced as a result of improved industrial practices, pellets already released will persist for many years. Credit: International Pellet Watch



GESAMP

(Joint Group of Experts
on the Scientific Aspects
of Marine Environmental
Protection of
IMO/FAO/UNESCO/WHO/
IAEA/UN/UNEP)

海洋環境保護の科学的
事項に関する専門家合
同グループ

WG40 Microplastic

2012-2014

90



GESAMP
Joint Group of Experts on the
Scientific Aspects of Marine
Environmental Protection

REPORTS AND STUDIES

**SOURCES, FATE AND EFFECTS OF
MICROPLASTICS IN THE
MARINE ENVIRONMENT:
A GLOBAL ASSESSMENT**



海産物への侵入も含めた国際的な懸念が高まっている

GESAMP

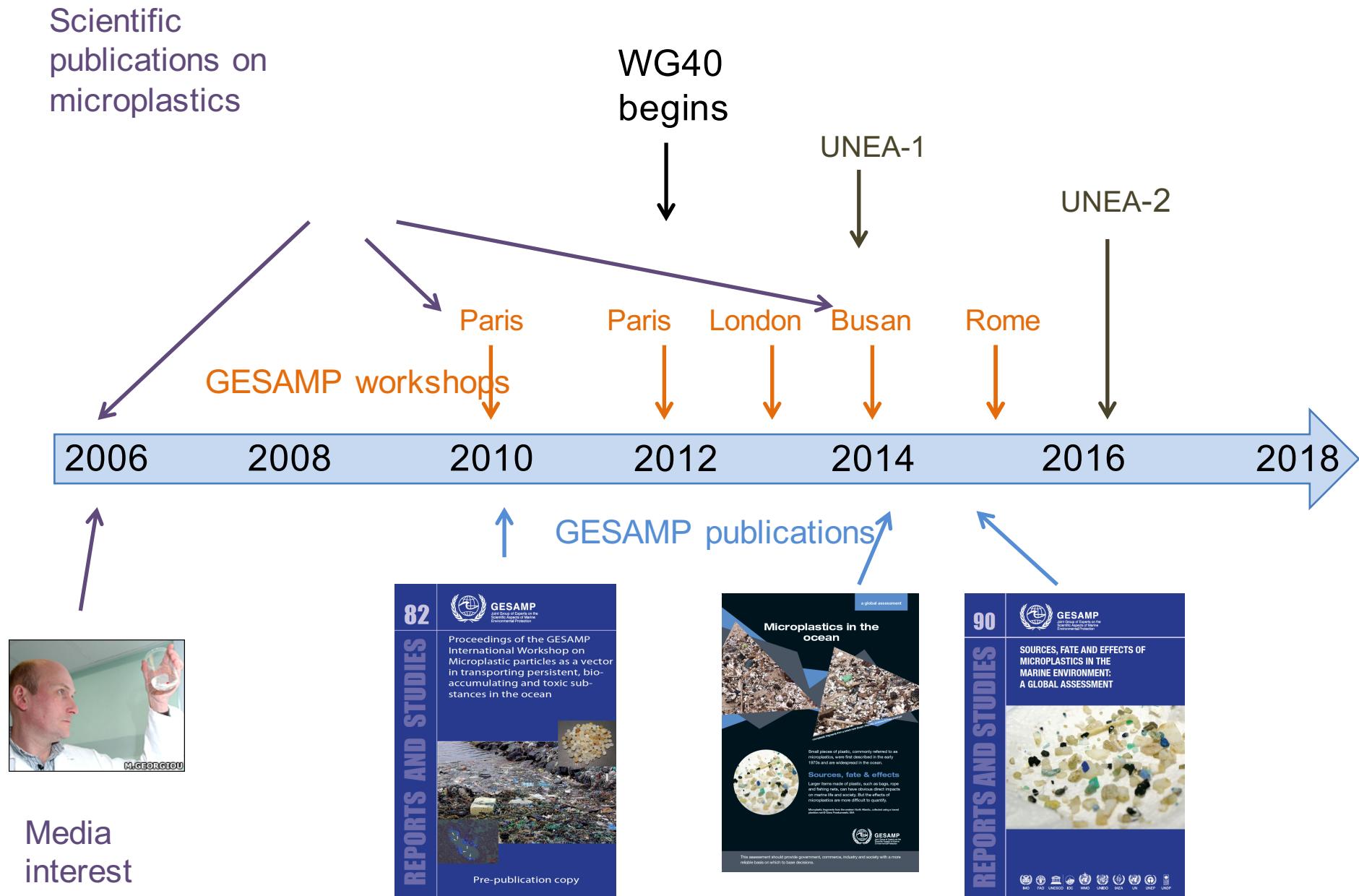
国連海洋汚染専門家会議

2015年4月21-23日

FAO at Rome



Context: a short history of WG40



COMMENT

ECODESIGN Olympic velodrome engineer builds with nature p.172



ECODESIGN Materials makers on how to do more with less p.174

THEATRE New York play explores why Isaac Newton stuck a needle in his eye p.175

METRICS Some altmetrics are too easy to game so lack credibility p.176

JILKOFF/AP/GETTY



海へ流入するプラスチックを減らす必要がある。



Volunteer cleaners negotiate a Bulgarian reservoir jammed with plastics.

Policy : Classify plastic waste as hazardous

国際的には予防原則的に動いている

海のプラスチックごみの大半は[陸上で使われたプラスチック製品](#)

紫外線、熱、風や波の力で壊れて、破片になったもの

海のプラスチックごみの大半は陸上で使われたプラスチック製品

ゴミ収集の徹底、リユース・リサイクルの技術革新と促進

プラスチックや有害化学物質が環境へ出ることのない最終処分技術の開発、など廃棄物管理の仕組み作り・技術革新

リサイクルだけで海へのプラスチックの流入を防げるか？

リサイクル率も100%ではなく、多く使えば、それだけ、リサイクルを逃れ環境を汚染するプラスチックの量も多くなります。例えば、関東の荒川流域の河岸環境保全のNGOは2012年だけでも、約30,000本のペットボトルを河原から回収しています。1つの河川でこの数です。



ゴミ収集の徹底、リユース・リサイクルの技術革新と促進

プラスチックや有害化学物質が環境へ出ることのない最終処分技術の開発、など廃棄物管理の仕組み作り・技術革新

しかしリサイクル率を100%に上げればよいのか？

大量消費、大量リサイクルは持続的か？

リサイクルは持続的か？

年間3億トンのプラスチックが生産されている。

石油産出量の8%がプラスチックに

4%:原材料

4%:製造・加工のエネルギー

+ リサイクルするためのエネルギー

例えば、人口22万人の市でリサイクルのために
ペットボトル、プラゴミを収集・運搬する費用として、
それぞれ年間1億円、2億円かかる。

リサイクルは持続的な解決策ではない

→プラスチック自体を減らす必要がある

人口22万人の市でペットボトル、プラゴミを収集・運搬する費用として、
それぞれ年間1億円、2億円かかる

(6) 収集運搬費

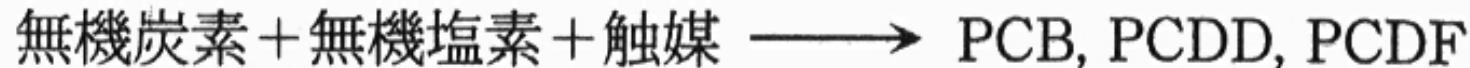
(単位：円)

項目\年度	22	23	24	25	26
可燃ごみ収集運搬委託料	491,646,860	491,646,860	491,646,858	491,646,682	505,693,730
不燃ごみ収集運搬委託料	94,547,470	94,547,470	94,547,476	94,547,438	97,200,000
ビン類収集運搬委託料	189,094,944	189,094,944	189,094,952	189,094,878	194,497,588
ペットボトル収集運搬委託料	94,547,324	94,547,324	94,547,476	94,547,438	97,248,600
カン類収集運搬委託料	189,094,944	189,094,944	189,094,952	189,094,878	194,497,588
プラスチック収集運搬委託料	189,094,944	189,094,944	189,094,952	189,094,878	194,497,588
粗大ごみ収集運搬委託料	35,872,794	35,872,794	35,872,804	35,872,778	44,818,920
牛乳パック収集運搬委託料	2,835,000	2,835,000	2,835,000	2,835,000	2,916,000
合計	1,286,734,280	1,286,734,280	1,286,734,470	1,286,733,970	1,331,370,014

有機物の燃焼によるダイオキシンの生成

(1) デノボ生成機構

加熱



触媒作用のあるもの：Cu, Co, 飛灰(電気集じん機捕集灰)

触媒作用のみとめられないもの：アルカリ金属, アルカリ土類金属,
Fe, Ni, Zn, Mn, Hg, Cd, Sn, Pb

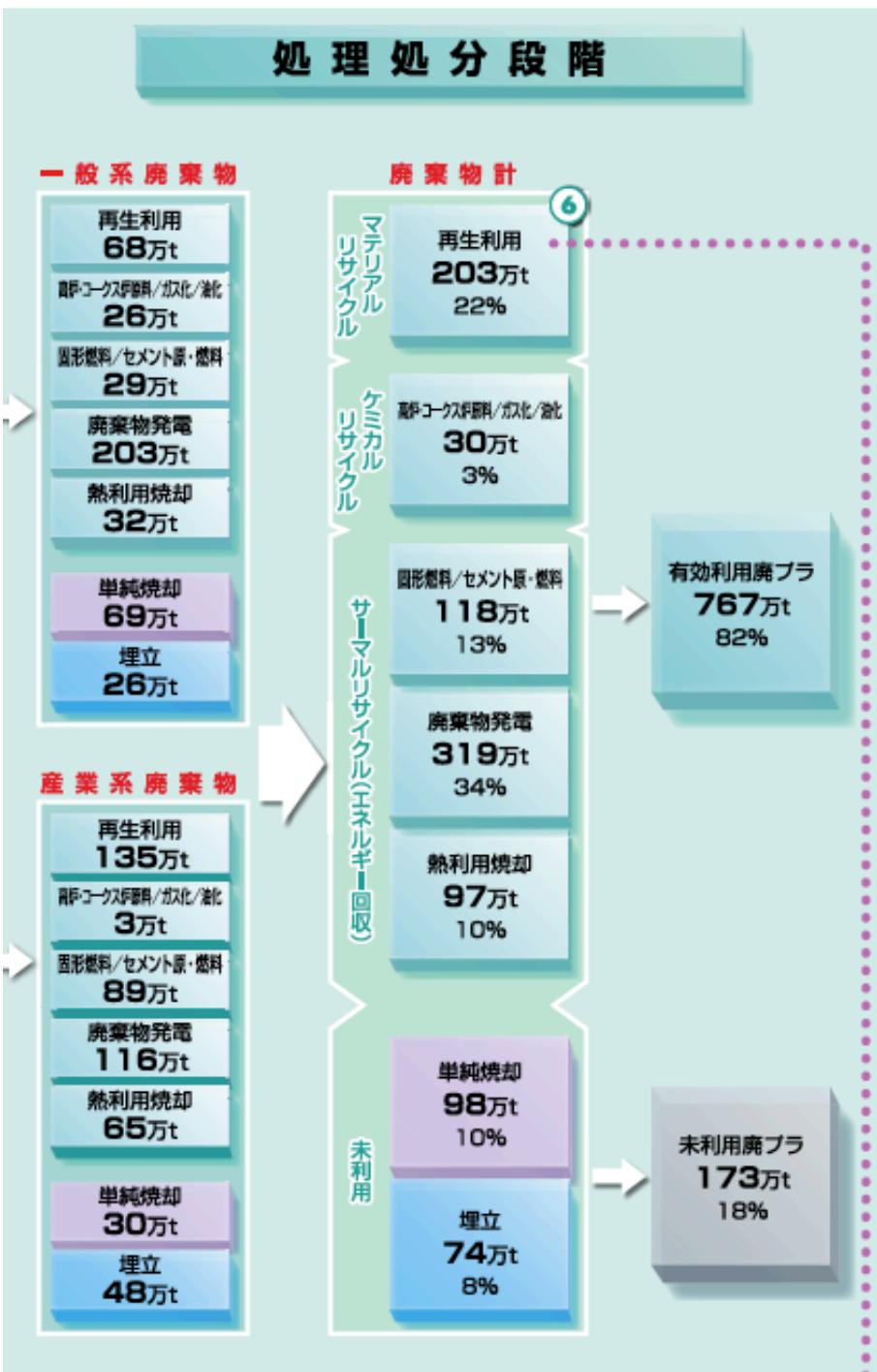
- 低温 (330°Cでの生成が最大)
- 低酸素
- 塩素の存在



40万人の都市のゴミを焼却するためには、焼却炉の建設に100億円かかり、運転には年間2億円以上かかります。焼却炉の寿命は30年程度ですので、また30年後に100億円の建設費を用意しなければいけません。現在の技術力をもってすれば、有害物質を煙として排出しない焼却炉の建設は可能です。しかし、費用が膨大にかかります。海外では、バグフィルタの交換費が払えずに、停止しているゴミ焼却炉もあるということです。

さらに、古い焼却炉の解体も必要で、高濃度のダイオキシンや重金属が含まれ廃焼却炉の解体にはさらに莫大な費用がかかりますし、危険性も伴います。持続可能な方法でしょうか？莫大な借金と危険物を将来の人類に押しつけてよいのでしょうか？

サーマルリサイクルは解決策ではない



日本ではプラスチックゴミの半分以上が燃やされている。

原油にエネルギーをかけてプラスチックにして、それを燃やしているだけ。循環型の技術ではない。

プラスチックによる汚染低減のために

- ・3Rの3つのRにも優先順位がある

Reduce > Reuse > Recycle

削減>再利用>リサイクル

- ・プラスチック、
特に使い捨てのものの使用を極力避ける。

レジ袋、ペットボトル飲料、コンビニ弁当等

No single-use plastic!

プラスチックによる汚染低減のために

2014年8月：米カリフォルニア州でレジ袋禁止の法案成立

2014年11月：EUが加盟国へレジ袋削減案策定を義務づけ

2025年までにレジ袋の消費を
1人1年40枚まで削減がEUの目標

日本では年間300億枚以上のレジ袋が使われている。
1人あたりでは年間300枚

国際的には予防原則的に動いている

プラスチックによる汚染低減のために

2014年3月：米サンフランシスコ市でペットボトルでの
飲料水の販売を禁止

国際的には予防原則的に動いている

世界で年間に2億8千万トンのプラスチックが生産されていますが、その半分は容器・包装等の使い捨てのプラスチックです。

プラスチックには現在の社会の仕組みの中で必要なものがあり、プラスチック自体の有用性や必要性を否定するものではありません。しかし、容器包装を中心として、不必要に使い捨てプラスチックが使われています。

使い捨てプラスチックを減らしていきましょう。使い捨てプラスチックが必要となるような、流通体制も変えていきましょう。使い捨てのプラスチックを減らしていくだけでも、プラスチックによる環境汚染を抑えることができます。

ほんの少しの利便性のために、将来の人類に汚染を残してよいのでしょうか？ ペットボトルの飲みものを買う前、コンビニで弁当を買う前、スーパーでレジ袋をもらってしまう前に、もう一度、それがほんとうに必要なのか？ 環境汚染・環境負荷の少ない代替物はないのか？と考えていただきたいと思います。

プラスチックスープの海

北太平洋巨大ごみベルト
は警告する

チャールズ・モア
カッサンドラ・フィリップス
(著)
NHK出版

American Native Indianの言葉

