



砂戦争と海岸侵食/浸食から 砂を守る

私とSDG s Part5

青山学院高等部3年
座間耀永

はじめに

「砂」ときいて資源と思う人はいるだろうか？

今日、世界ではサンドウォーズ（砂戦争）と言われる資源争奪戦が世界中で巻き起こっている事実を、何人が知っているだろうか。

水、土といった天然資源に続き貴重な資源として乱獲されている砂は、もはや枯渇寸前である。日本は高度経済成長期に自国の砂を多くを使い果たした結果、環境汚染につながり採取が規制された。海外では自国の利益のために砂を大量消費した結果、枯渇が促進された。規制に対し、砂の違法採取が勃発し、今や砂マフィアと呼ばれる違法に砂を乱獲する者たちが暗躍している。

国土消失や災害を引き起こす海岸侵食が深刻化しているが、その一因となるのが、砂の採取であると誰が予想したであろう。

このレポートは、知られざる「資源としての砂」の枯渇がもたらす地球の危機について、警鐘を鳴らすレポートである。

序章

海外浸食の現状

海岸侵食で毎年12か所が閉鎖していく日本の海水浴場

日本経済新聞

消える海水浴場 年平均12カ所閉鎖 防波堤建設で砂が流出 レジャー多様化、客足減

2017年7月13日 15:30 [会員限定記事]



保存



17日の「海の日」を控え、各地で真夏日が続く日本列島。だが、多くの人でにぎわうはずの海水浴場が相次いで閉鎖に追い込まれている。防波堤の建設に伴い、砂が流出し砂浜を維持できなくなったり、客足が遠のいて運営を断念したりしたケースが目立つ。1995年度以降、年平均で12カ所が姿を消す状況に関係者が頭を抱えている。

弓なりに続く砂浜に松の木々が風光明媚（めいび）な長崎県雲仙市の千々石海岸。

2017年7月13日、海の日を前に、海岸侵食で各地の海水浴場が閉鎖されている記事が掲載された。

その中に、前年訪れたばかりの長崎県雲仙市の「千々和海岸海水浴場」がありショックを受けた。

日本の自然百選、白浜青松百選にも選ばれた場所であり、地元の人からも人気の海水浴場であった。

わたしが、「海岸侵食」の実態を目の当たりにした、初めての経験となった。

海岸侵食で家が崩れる危機にあるアイルランドのニュース

2024年10月24日のニュースでは、アイルランドの衝撃的な海岸侵食の実態が放映された。

200年前砂浜が広がっていた時に建築された家が、海岸侵食によってがけ崩れの危機に直面していた。

この家の住人が30年前に引っ越した時は、海岸まで数キロメートルあった。しかし、今や数メートルしかなく、岩を積み上げて危機をしのいでいるという。

数キロ先だった海岸が目前 築200年住宅が気候変動で「浸食」危機 アイルランド

10/24(木) 9:41 配信

テレビ news



ワイキキビーチ（ハワイ）の海岸侵食

世界的に人気を誇るワイキキビーチが、実は人口の海岸と知る人は少ないと想像する。

1985年頃から浸食が始まりかつてカリフォルニア州から運んだこともあったと言う。

2015年頃からはプロジェクトがたちあがり、沖合300メートルの浅瀬から回収して補充をしている。

2021年には、約4億円近く投資し約18000立方メートルの砂を補充。ビーチの幅を7.6メートルから15メートルに拡大した。



1. 砂とは何か

我々の身近には、多くの砂がある。

砂は至るところにある。

身近にある「砂」



砂浜

<https://zushi-hayama.jp/news/n-20240624/>



砂場

<https://uchi-soto-style.com/1861>



砂丘

<https://www.tottori-guide.jp/sakuyu/>



砂時計

<https://item.rakuten.co.jp/cuclo-shop/nin3798/>

砂風呂



砂漠

<https://forbesjapan.com/articles/detail/71494>

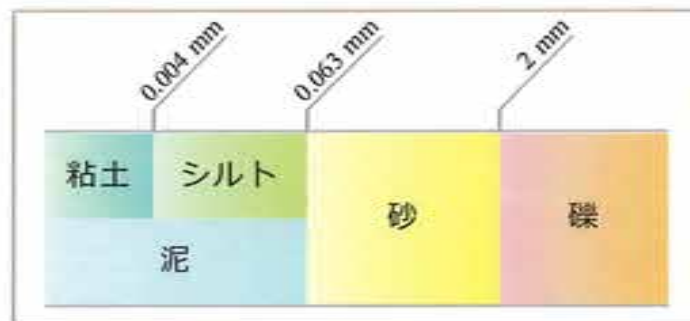
砂の定義

砂を定義することは意外に難しいと『砂戦争』の著者、石弘之氏(以下石氏)が述べている。

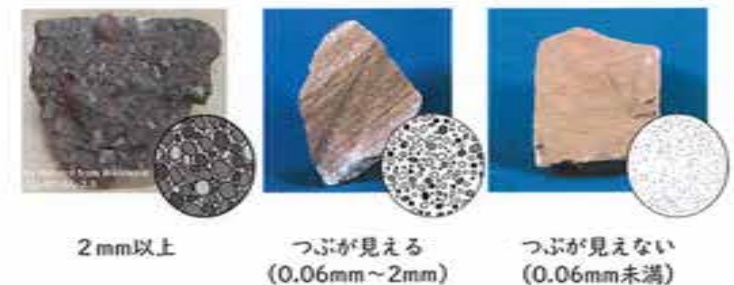
地質学会の定義によると、直径が2mm から1/16(0.0625)mm の堆積粒子を「砂」、これより粗いものは「礫」と呼ぶ。1/16 より小さいものは「泥」で泥はさらに細かさによって「シルト」さらに小さいものを「粘土」と呼ぶ。「土」は砂や泥に有機物が混ざったもので、2mm を超えたものは「砂利」と呼ばれ、砂場に入れる砂は5mm ほどの大きい砂利が多い。

堆積粒子は風化作用の岩石が風雨にさらされて壊れたかけらから成る。礫だったものが河川で下流に運ばれる途中でさらに細かく碎かれる。その後細かい粒子ほど遠くまで運ばれるため上流では礫が多く下流から海へは砂が増える。岩石が全て同じような砂にならないことも特徴だ。

【泥・砂・礫の区分】



https://gbank.gsj.jp/geowords/picture/illust/mud_sand_gravel.html



<https://www.eboard.jp/content/525/q/1/2/>

2. 砂が資源として 利用されているところ

身近に使われている砂

ガラス

最古の砂製品と言われる。
ガラスの主成分はシリカが主成分の珪砂（けいしゃ）で、石英が原料となる

<https://kodama-glass.co.jp/type/floatglass/>



スマートフォン

画面はガラスから作られているため、珪砂が必要となる。また、半導体も有機ケイ素から作られている。*詳細後述



<https://www.apple.com/>

建築物（骨材）

建築物に必要なコンクリートは、骨材としての砂を混ぜ合わせて作られる。



<https://www.tokyo-jimushosagashi.com/column/transfer/405/>

農業（砂地栽培）

砂らっきょうや、メロン、スイカ、ピーナッツ、かぼちゃなどが栽培されている

<https://no-chi.com/stilt-type-sand-culture/>



スポーツ（競技場）

ビーチバレーの他、走り幅跳び、高跳びなどにも必要となっている

https://jp.freepik.com/premium-photo/summer-sea-beach-volleyball-court-sun_8094077.htm

「骨材」としての砂

砂の最大の用途は「骨材」と言われている。

セメントを混ぜてコンクリートにするための主原料は砂である。

地球温暖化で砂漠面積が地球上に増えているが、砂漠の砂は「骨材」にならない。

理由は、セメントに混ぜるには細かすぎ、角がなく均一すぎるため、砂同士はかみ合わず、強度が出ないからである。



<https://sustainablejapan.jp/2019/07/23/sand-overmining/40896>

■使用骨材



細骨材 (川砂)

細骨材 (河砂)

粗骨材 (砕石2005)

粗骨材 (砕石40~20)

軽骨材

<https://kainamacon.co.jp/works.html>

つまり、「骨材」に適している砂は、

山砂、川砂、そして海砂といった自然から採掘する砂となる。

近年、急速な都市化が進み、大量のコンクリートが消費されている。それにより、砂が乱獲される事態を引き起こしている。

砂の利権 半導体に必要な「石英」

XenoSpectrum

2024

3/29 世界の半導体は米国のたった1カ所の鉱山に支えられている



現状、台湾が半導体製造のほとんどを担っていることから、地政学的リスクが懸念されているが、そうした半導体チップの製造に必要な原材料も、世界でたった1カ所の小さな町にある鉱山からしか採掘できないと知られている。



<https://xenospectrum.com/the-worlds-semiconductors-depend-on-only-one-mine-in-the-u-s/>

産業の米と言われる半導体の基本材料である「基盤」は砂の主成分である有機ケイ素から作られている。

ジャーナリストのヴィンス・バイザー氏(以下バイザー氏)によると、コンピューターの基盤となるシリコンチップの材料に唯一なりうるのが石英だ。

しかしこの石英は、アメリカのノースカロライナ州の町スプリース・パインでしか事実上獲れないとされている。さらに、「ユニミン」という企業が生産を大型独占しており、調査をしに行った際に極端な秘密主義により実態を探ることが不可能だった。

これは砂の利権が抱える問題のうちのひとつだ。バイザー氏の『砂と人類』という著書にも本人が「ユニミン」に取材を試みたがついに実態は明るみにならなかったと記載されている。

砂が枯渇する現状

2014 年に 国連環境計画(以下 UNEP)は「砂資源は想像以上に希少化している」と報告している。

世界で毎年 500 億トン前後(東京ドーム2万杯分)の砂が使用され過去 20 年間で消費量は 5 倍にまでなった。砂の市場規模は世界で約 700 億ドルにも及び、採掘されている地下資源量の 85% を砂が占めるという。

これは石油換算すると化石燃料の 3、4 倍の消費量である。

世界各地で砂を今まで好きなように採掘していたがこれからの時代はそうはいかない。

最高品質の骨材である川砂が川底や海底に採掘所が移ったこと、砂輸出を禁止する国が次々と増えて希少なグローバル商品になったことからいかに砂という「資源」が枯渇しているかわかる。

多くの国で砂の採掘量、消費量、貿易量の統計が整備されていないため実態が掴めず、ことの重大性が露呈しにくい。UNEP は世界のセメント生産と販売の数値から大まかな砂の採掘量を割り出している。

都市化が作る砂不足

ビル建設に欠かせないコンクリートは、セメントに水と砂（骨材）を混ぜて作る。

つまり、ビルの6-7割は砂でできていることになる。

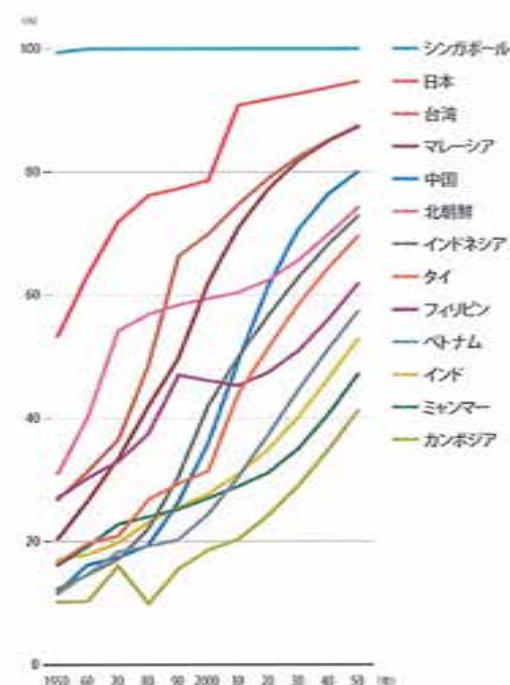
砂問題において一番問題なことはこれだけ重要な資源であるにもかかわらず、砂の採掘や取引を規制する国際条約が存在しないことである。

日本も戦後復興、高度経済成長そしてあいつぐ大災害からの復興で砂の消費量は飛躍的に増えてきた。

世界各国での砂の使用状況を具体例とともに見ていくことで、急速な都市化がう砂不足を誘引していることを確認していきたい。

急増するアジアの都市化率

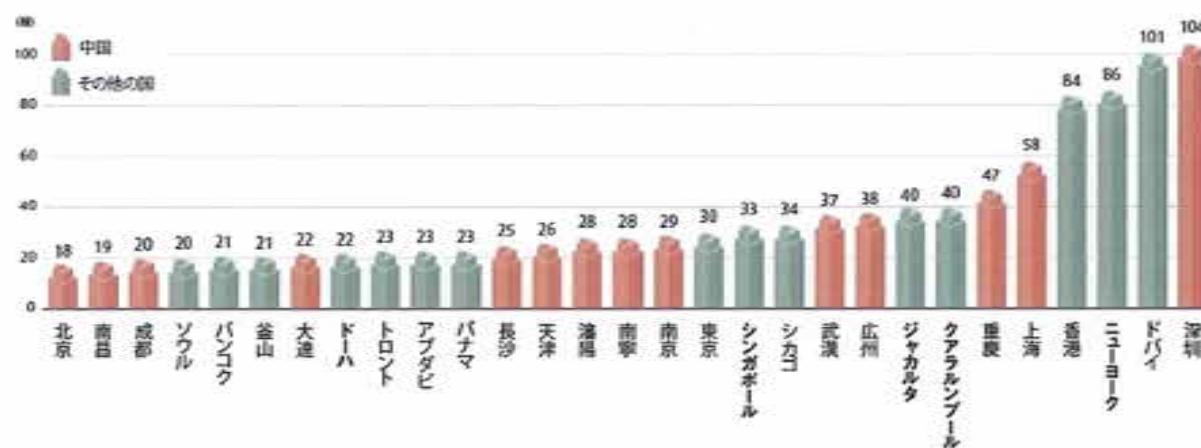
（出所）「United Nations 2018 Revision of World Urbanization Prospects」
よりウェッジ作成



都市化が作る砂不足

200メートル以上の高層ビルランキング

(出所) 「Council on Tall Buildings and Urban Habitat」 よりウェッジ作成



ビルの6-7割が砂からできているという事実を踏まえ、近代都市にいかに砂が供給されているか想像ができるグラフである。

世界の高層ビルトップ3

Wedge 2021年7月号より抜粋

世界の高層ビルの高さトップ3

(出所) Council on Tall Buildings and Urban Habitat



① ブルジュ・ハリファ

高さ 828m

アラブ首長国連邦のドバイにある。163階建てで、2004年に着工し、10年に完成した。総工費は約19億ドルとされる

NMESSANA/GETTYIMAGES



② 上海中心大厦

高さ 632m

上海中心大厦は、「上海タワー」と訳される。127階建てで、2008年に着工、16年に完成した。総工費は150億元以上とされる

OWNGARDEN/GETTYIMAGES



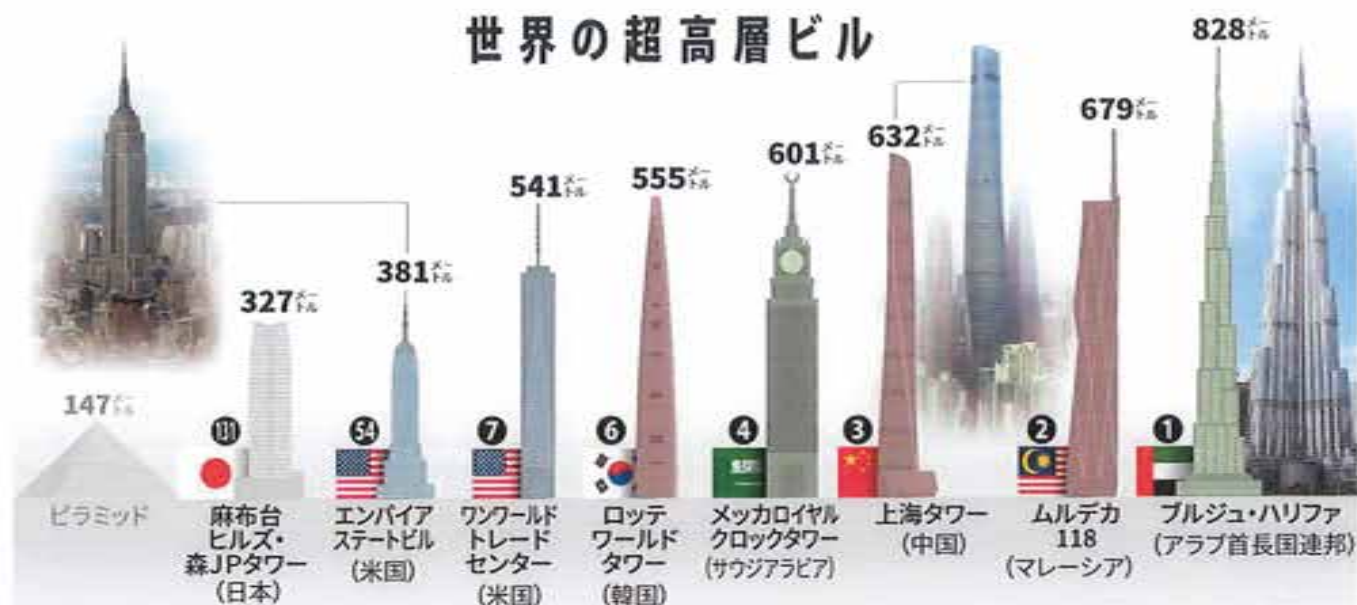
③ アブラージュ・アル・バイト・タワーズ

高さ 601m

サウジアラビアのメッカにある複合ビルで、ホテル棟である「メッカ・ロイヤル・クロック・タワー」が最も高い。2004年着工、11年完成

CLICKSBYABRAR/GETTYIMAGES

世界の超高層ビル



※丸数字は高さの世界ランキング(2024年9月5日現在)。高層ビル都市居住評議会(CTBUH)の資料などを基に作成。上海タワーとブルジュ・ハリファの写真は共同グラフィックはいずれも前原亮祐

<https://www.sankei.com/article/20240908-HNLUG22CU5NOFIZOUFPDUEUPWQ/>

3. 各国と砂

アラブ首長国連邦 (UAE) ①



<https://www.veltra.com/jp>

アラブ首長国連邦のドバイの163階建て828メートルの高さを誇る世界一高い「ブルジュハリファ」の実態は高性能コンクリート76万トンで構成されている。

オリンピックサイズのプール換算で132杯分相当だ。高性能コンクリートだけでなく3万9000トンの鋼鉄、10万3000平方メートルのガラスが使用されたと知り実際に登ったことがあっただけに実態を知った衝撃が大きかった。さらに砂は全てオーストラリア産の輸入品だ。

国連環境計画上級顧問を務め数々の砂に関する著書を書かれた石氏は「ドバイで自然を求めるなら街を取り巻く砂漠と太陽と星空ぐらい」と揶揄されるほど人工都市と化している。巨大な人工池で開催されるボートツアーは水が貴重な砂漠のど真ん中である。

驚くことにドバイの自然の海岸線はわずか65キロメートルほどだ。

土地自体が注目を浴びているドバイはペルシャ湾に浮かぶ人工島「パーム・ジュメイラ」を作り上げることでドバイに新たに加わる海岸線は78キロメートル、うち61キロメートルが砂浜である。

アラブ首長国連邦 (UAE) ②

ドバイには「ジュメイラ・ゴルフ・エステーツ」にあるバンカーをはじめとした数多くのゴルフコースが存在する。これらの白いバンカーに使用される砂はノースキャロライナ州産である。他にも競馬場の砂はオーストラリア産である。

ドバイには莫大な面積の砂漠があるにもかかわらずなぜ枯渇するのかと疑問に思う人も多くいるだろう。だが、すでに述べた通り、砂漠の砂粒は細かくて表面が滑らかなためセメントを繋ぎ合わせても互いに絡み合わずコンクリートの強度が得られない。

ゴルフコースのバンカーも砂漠の砂の性質がさらさらしているためゴルフボールが沈んでしまうので使えない。

そのため、ドバイが成長していくほど、世界の砂が枯渇していくことになるのだ。



<https://www.veltra.com/jp>

シンガポール ①



<https://www.flickr.com/photos/8037192@N07/36497323812>

世界最大の砂の輸入国であるシンガポール。(図6参照)独立後、主にマレーシアやカンボジアから砂を輸入し国土面積を 25%も拡大した。

この砂を供給したインドネシアでは、24の島が消えてしまった。

シンガポールの初代首相リー・クアンユーはかつて「この国の発展には砂と労働者を近隣の国から集めるのが必須の条件だ」と言い放ち近隣国から砂をかき集めたため「伐り逃げ」と国際的に批判を浴びた。

砂流出の懸念だけでなく輸入が違法なものも多かったためマレーシアやカンボジアはシンガポールへの砂輸出を禁止した。

シンガポール ②

シンガポールの象徴「マリーナベイサンズ」を見ても近年シンガポールはウルトラモダンというキャッチコピーがつくことが多い。独立以前はスラム街が多く、国民は劣悪な環境で暮らしていた。独立後に全ての国民に良質な生活が行き届くように政府は方針を練った結果、今や世界のお手本と言われるほど近代的な高層の高級住宅を都心部に作り上げた。

経済発展を維持するためにはドバイ同様、国土の拡大が必要不可欠である。メインターミナルであるチャンギ空港では 5200 万立方メートルの砂が投入された。工業用地不足も問題視され南西部 7 つの小島を埋め立て合併した島も造成。

さらに石油産業では巨大な用地が必要なことも事実だが 2008 年までに世界トップ3の石油取引のハブに成長した当国では、チャンギ空港が創設された当初にはすでに国内産の砂を使い果たしてしまっていた。

まさに他国輸入に頼ることで「砂上の国家」を築き上げたのだ。



中国

砂不足が深刻してきた中国は海外に視野を向けている。かつては近隣国に輸出していたが今や輸入国に傾きつつある。中国は年間25億トン近いコンクリートを消費している。これはアメリカが20世紀の100年間に使用したコンクリートの総量45億トンを超える。

つまりアメリカの100年分のコンクリートの使用総量を中国は2年以下で消費したということだ。

2017年12月に国連安全保障理事会が可決した対北朝鮮制裁決議で砂は禁輸品目に加えられ輸出は決議違反であったにもかかわらず、アメリカのシンクタンク「C4ADS」は2020年3月北朝鮮が中国側に砂を輸出していると情報公開があった。確かに2019年5月から12月末までに100万トン以上2200万ドル相当の砂を中国に輸出していた上、衛星写真にも北朝鮮南部の港で中国旗を掲げた中国船が砂を詰め込む様子が映し出されている。

他にも中国本土の沿岸域では海砂の採掘が禁止されているにもかかわらず台湾の沿岸警備隊の2隻の巡視船が海砂を盗掘していた。海域は台湾の排他的経済水域であったが毎日10万トンにもものぼる海砂を採取していたと推定される。

YOL 読賣新聞 オンライン

台湾の離島「たった2日で砂浜が消えた」...中国船が採取、その後数百隻の大船団襲来

2021/04/13 11:32

この記事をスクラップする



<https://www.yomiuri.co.jp/world/20210413-OYT1T50078/>

ツバル ①

ツバルは地球温暖化が原因で沈みゆく国家と呼ばれている。

都市建設をするための骨材として海岸線の砂を過剰採取したことが原因で海岸侵食が進んでしまった。石氏は二酸化炭素の増加による海岸の上昇を訴えるツバルに足を運んだ際、あまりにもバイクが多い光景を目の当たりにした。

砂は地元で採掘しセメントはフィジーから輸入しているが、島の伝統でヤシの木を使った家屋が多かったが人口や収入の増加によりコンクリート建てが増えてしまった。

首相が砂浜の砂採掘を禁止しても島民は聞く耳を持たないと同時に、近隣国に出稼ぎに行っていた国民の大量帰国により、元々建てるスペースがなかったにも関わらず、海岸ぎりぎりの砂地や水

が湧き出るボロービットと呼ばれる砂の採掘穴のすぐ近くにも住居を建てざるを得なくなってしまった。当然島民が増えればインフラ設備の建設が必要となり、近隣国へ環境難民の受け入れを要請することになった。

ツバルの外相、膝まで海に浸かりながら、気候変動対策を訴える【COP26】



海に浸かりながらスピーチするツバルのサイモン・コフェ外相 (Tuvalu's Ministry of External Affairs, Communication and Image Affairs, Tuvalu Government)

ツバル ②

「沈みゆく島国」ツバル、実は国土が拡大していた。ニュージーランドの研究で指摘（AFP）

2018-02-10 17:23:07



<https://nief-jp.org/ct12/76750>

またツバルは平洋戦争時に米軍がツバル内のフナフティ環礁に海兵隊を上陸させ滑走路を建設したのだ。これにより地下水脈が断ち切られ島民は雨水に頼る生活を強いられた。さらに滑走路を舗装するコンクリートのために大量の砂が必要になりその際にできた採掘穴が現在のゴミ捨て場として残ってしまった。

ツバルは沈みゆく国と言うイメージがあるが、実は国土面積は広がっている。ニュージーランドオークランド大学の研究チームもイギリスの科学誌「ネイチャー・コミュニケーションズ」に「ツバルは消滅するどころか国土面積が拡大している」と記している。9つの環礁のうち8つで面積が広がりツバルの総面積は2.9%の73.5ヘクタールも増えていたことが明らかであることも裏付けた。サンゴ礁の島が年々サンゴが成長して環礁が高くなり砂が堆積して島が拡大するそうだ。太平洋の小さな島で環境変動による国の消滅の恐れはまだ残されていることに対してツバルは沈没どころかむしろ国土面積を拡大している。

インド ①

2015 年にバイザー氏が調べたところによると、インドは世界の砂をめぐる危機的状況の中心地であり世界で最も闇深い砂のブラックマーケットが存在している場所だ。

砂の不法取引は年間でおおよそ 23 億ドルの規模と『タイムズ・オブ・インディア』紙は推定する。砂マフィアとの闘いだけでなくマフィア同士の闘いもあり数年で何百人もの人々が殺害されている。

警察官や政府の役人だけかと思いきや邪魔者扱いされた一般人までもが巻き込まれ被害は拡大している。インドの田園地帯ではガラスやセメント製の新しい建造物、集合住宅街やオフィスビルだけでなくスポーツサーキットなど次々と建設中だ。

2005 年ごろに加速した建設ブームと同時に砂マフィアも活気付いてしまった。



「砂」の争奪戦：環境破壊と砂マフィア



日の経路 (インド・ムンバイ、2012年) 写真: Samaira Abdullahi [CC-BY-SA 3.0]

<https://globalnewsview.org/archives/4943>

インド ②

2020.11.22 本 不正・事件・犯罪

邪魔者を生きたまま焼き殺したインドの「砂マフィア」がヤバすぎる！

被害者は、少なくとも1年間で28人

石弘之 プロフィール



インドの川で砂を採掘する労働者 (Photo by gettyimages)

一方、報道の自由の擁護を目的とするジャーナリストの国際組織「国境なき記者団」(RWB)によると、インドでは1992～2020年に48人のジャーナリストが殺害され、34人が殺害の標的にされた。その44人ほどが砂の紛争がらみだ。被害者は、新聞記者、カメラマン、ドキュメンタリー作家、テレビレポーターらだ。

<https://gendai.media/articles/-/77275?page=2>

土地の表土を剥ぎ取り川の氾濫によって堆積した砂を掘り起こし、結果砂埃が頻発し農作物の不作に繋がってしまった。村の評議会の議員だった人が砂の採掘中止を求める活動を主導したが、警察や役所、裁判所に請願書を提出しても状況の悪化は収まらず、それどころか地元の役人が砂の採掘者から問題に関わらないように賄賂を受け取っていたことが明らかになった。その後この議員の家は襲われ死亡した。

昨今、インドでは各地で砂の採掘を規制する方法を試みている。

村人たちはデモを組織し道路を塞ぎ砂を積んだトラックを通さないようにすることや国家グリーン審判所という場所では一般市民でも砂の違法採掘について提訴が可能になった。

アフリカ

都市人口の急増による建築ラッシュが続くアフリカ諸国も例外ではなくモロッコでは砂マフィアによる砂の違法採掘で海岸侵食が進行した。

さらに、算出された 1000 万トンのうち建設に使用された砂の半分が違法採掘によるものだった。

アフリカ諸国はガバナンスが脆弱であるため UNEP をはじめとする国際機関が砂を守る取り組みを支援しているがどの国でもあとで回っていることも現状だ。

近年人目につきにくいような国立公園で天然資源を採掘していることも明らかで今後砂もターゲットに含まれる可能性がある。



2020.11.24 #真社会 #人口・少子高齢化 #本

砂をめぐる住民同士が殺しあう…アフリカで起きている「砂戦争」のリアル

矢で射られて亡くなった人も

石弘之 プロフィール

インターネットで検索すると、2000年代半ばから砂に絡んだ事件がアフリカ各地で表面化してきたことがわかる。最近では、北部アフリカのモロッコ・チュニジア、東部のケニア・ウガンダ・タンザニア、ソマリア、西部のナイジェリア・ガンビア・リベリア・セネガル・シエラレオネ、南部のモザンビーク・南アフリカなどのニュースがヒットした。

典型的な砂をめぐる紛争は、ガンビアで起きている。この国はセネガルの国土の真ん中に釣り針形に食い込んだ形をしている。岐阜県ほどの面積に約230万人が住むアフリカ大陸最小の国だが、こんなところまで砂採掘が押し寄せている。国の真ん中を流れるガンビア川が大量の砂を運んでくるので、砂は農産物とともに重要な輸出品だ。

<https://gendai.media/articles/-/77277?page=2>

国際条約の必要性

持続的に採取可能な砂の供給は限られている。だが砂の需要は無限である。日々世界人口は増え続ける中で経済発展に必要なことは歴史的に明らかになっているようにコンクリートとガラスでありつまり砂である。21 世紀のデジタル化とグローバル化が進む時代に砂は誰にとっても必要不可欠なものになったことは明らかである。

砂は 21 世紀に最も求められるものでありバイザー氏も世界で最も重要な固体という。全世界で暴力と破壊を引き起こすものと化している。

中国とアメリカの世界二大強国に属する人間の軍隊が武力衝突へと向かっているともバイザー氏は語る。砂は様々な形で人間の活動を助けるが同時に人類を危険にさらしかねないものでもあるのだ。砂の乱獲や自国の利益だけを優先した違法採取により世界規模で資源としての砂が枯渇しないような仕組みを国際条約を作る必要があるのではないかと危惧する。

4. 日本の現状

日本と世界の海岸浸食/侵食の違い

世界と日本の海岸侵食を比較した際に世界は自国の経済発展のために砂を違法採掘や消費し、資源としての砂が枯渇してしている。一方、日本では自然に砂が減少してしまったことが多くその要因として挙げられるものが波が直接護岸にぶつかってしまう地形や自然に砂が堆積した場所に波が当たっていることである。そのため国土消失につながる海岸侵食を起こしている。

だが、高度経済成長期の海岸開発も起因している。静岡県と山梨県の県境を流れる安倍川では高度経済成長期に年間平均約70万立方メートルに及ぶ砂利採取が行われた。1930年代に入り環境省によると産業面では日本は海外資源に依存し重化学工業が都市圏の臨海部に立地され工業地帯が形成され拡大していった。海岸の埋め立て工事が次々された結果今の工業地帯となった。

日本では砂浜が干拓による造成の影響を受けて姿を消す一方で利便性を知った国民が沿岸部に住むことが増え錯綜した状態となった。特に高度経済成長期には三大湾や瀬戸内海を中心とした生産、物流、エネルギーの供給基地として海岸の埋め立て工事や開発が進んだ。大型台風の影響も相まって沿岸部の人工化が加速した。

河川からの供給土砂量の減少や沿岸部での土砂収支の不一致により砂浜の侵食は進んでしまっている。

海岸浸食と侵食の違い

海岸侵食は浸水被害や生態系が住めない世界を作り出してしまうだけでなくひいては国土消失の危機に直面する。

いうまでもなく日本は四方を海に囲まれている島国であり、多大な影響を被る。

2008 年の神奈川県ホームページの記事によると、海水準の変動の 1000 年スケールのことを指すのが浸食。波と流れによる漂砂 100 年スケールが侵食と書かれている。

私のレポートでは、砂と関係した説明のため、主に海岸侵食について言及している。

海水準の変動 1000 年スケール: 浸食

+

波と流れによる漂砂 100 年スケール: 侵食

海面が上昇すると
浸水、**浸食**

海水準は
6000年間
ほぼ安定

波や流れにより
侵食

人口圧力



https://www.pref.kanagawa.jp/osirase/sabo/kourwan/sympo_ppt/vol4/vol4_ppt_sato.pdf

日本の砂浜が消滅する未来

海岸にある砂がなくなればなくなるほど海岸線に影響が出る。

東京湾や大阪湾を見ると海岸線はほとんどがコンクリートで固められている。自然の砂浜はごくわずかだ。

石氏によると、実際全国の海岸は、平均17cm ずつ侵食されている。日本の砂浜は平均30m 程度のため、このままでは180年後には日本の砂浜が全て失われかねない。

砂浜が小さくなってる!?

■日本全国での砂浜の減少

●日本の砂浜海岸は1960年代から部分的に侵食され、砂浜がいくつかに分かれたり、なくなってしまったりしています。図に示すように日本各地で海岸が侵食されていますが、全国で1年間に160haの大切な国土が失われており、このまま進むと、これから15年間で仙台空港の約11倍にあたる2,400haの砂浜がなくなってしまうことになります。

●砂浜海岸に供給される砂が減少する要因は、一般的に河川の砂利採取やダム建設などにより河川からの土砂供給が減っていることと、海岸に突堤や防波堤などの構造物を作ったときに海の中の砂の流れをせき止めてしまうことにあります。

●砂浜海岸から流出する砂は、沿岸流（海浜流）や離岸流などの影響を受けています。

■全国侵食海岸の位置

- | | |
|------------|---------|
| ● 釧路海岸 | ● 伊勢湾沿岸 |
| ● 日産海岸 | ● 新田海岸 |
| ● 新田海岸 | ● 七尾海岸 |
| ● 青森海岸 | ● 西沢海岸 |
| ● 三河海岸 | ● 高知海岸 |
| ● 大田海岸 | ● 豊島海岸 |
| ● 仙台湾沿岸 | ● 宮崎海岸 |
| ● 神岡上海岸 | ● 江津海岸 |
| ● 大田海岸 | ● 福生海岸 |
| ● 鹿島海岸 | ● 南取海岸 |
| ● 飯岡・下谷井海岸 | ● 石川海岸 |
| ● 九十九間海岸 | ● 下野川海岸 |
| ● 湘南海岸 | ● 市原海岸 |
| ● 西郷海岸 | ● 熊不知海岸 |
| ● 富士海岸 | ● 糸島海岸 |
| ● 須磨海岸 | ● 西江津海岸 |
| ● 清水海岸 | ● 大瀬海岸 |
| ● 静岡海岸 | ● 松ヶ崎海岸 |
| ● 駿河海岸 | ● 新田海岸 |
| ● 遠州海岸 | ● 神林海岸 |
| ● 赤松海岸 | |



出典：宇多利明（1997）『日本の海岸侵食』山海堂

鳥取県

日本海と日本 PROJECT in とっとり

レポート 2024.06.20

鳥取の砂浜が消える！？“海岸侵食”とは



<https://tottori.uminohi.jp/report/20240620/>

鳥取砂丘の地下深くにはかつての海底だった岩盤がある。

昔は海岸線に海岸侵食を受けて形成された岩だらけの岩壁や洞窟があった。この砂丘は大量の花崗岩の性質を持つ砂利が千代川の源となる山脈から海へと流された結果何万年の月日を経て形成された。海にたどり着いた砂利はやがて砂州になり波と沿岸の海流が一番小さく細かい礫を陸地に押し戻してそのうちに岩だらけの岬の湾を埋めたのだ。

これだけ気の遠くなるような年月を経てできた鳥取砂丘だが、沿岸の海流が戦後の港湾整備などで変わってしまい侵食に転じ砂丘が後退した時期もあった。海水の水位変動が初期の砂丘を形成するに当たって大きく影響を与えた。風により遠く離れた内陸から砂が運ばれたことかえって砂丘の拡大にもつながるなど常に変化を続ける模様だ。

千葉県

国土地理院が 1974 年に撮影した館山湾の写真である。この頃から 43 年の月日を経た 2017 年に、九十九里浜浸食対策検討会議にて、今後九十九里浜での浸食対策をしなければ毎年約 1 ヘクタールの砂浜面積が減り今後 30 年間で砂浜の幅が最大 40 メートル後退する現状が明らかになった。

記事によると、浜全体のバランスを考えながら、砂の流出を防ぐために「ヘッドランド」という人工岬を設置した。だが、ヘッドランドが浸食を加速させているという説もでてきた。

次に外部からの砂を供給する「養浜」を設けることを視野に入れた。

だが、地盤沈下も進んでおり、海岸侵食を加速させている。



九十九里の砂浜、半世紀で90メートル後退 千葉県が浸食対策始動 30年かけ総延長60キロ

社会 環境 千葉

毎日新聞 2020/07/09 20:25 (朝刊版 2020/07/09) 印刷記事 645文字



波で海岸の侵食が進んだ中里海水浴場＝千葉県白子町中里の中里海水浴場で、2015年9月18日撮影（千葉県河川整備課提供）

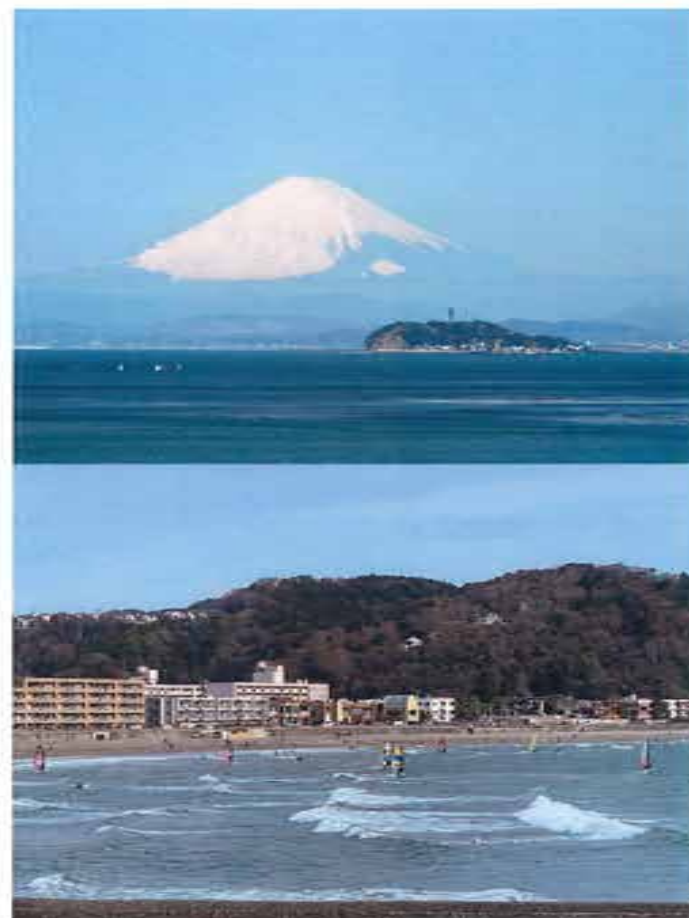
千葉県の「九十九里浜浸食対策計画」が動き出した。北は旭市から南は一宮町まで9市町村にまたがる総延長約60キロの砂浜全域に養浜工事などを施し、幅40メートルの砂浜確保を目指す壮大な計画で、総事業費は約340億円。一帯では1970年代以降、砂浜の侵食が続いており、国内屈指の知名度を誇る九十九里浜の砂浜を取り戻す。【秋丸生帆】

神奈川県 ①

神奈川県の逗子海岸では西側の砂浜が侵食され砂が移動し、東側の砂浜や田越川という近隣の川に砂が堆積するのが特徴だ。結果、西側の浜は狭くなり満潮時に道路の護岸に波が直接ぶつかってしまうことや東側の田越川では水深が浅くなりボートが通行できなくなるという問題が生じている。神奈川県では毎年4月から5月にかけて川へ流れ込んだ砂を西の浜へ戻すという養浜工事を行ない侵食された海岸の回復を図っている。

また、逗子海岸では海岸線に沿った潮の流れにより砂が移動し 1956 年から 2019 年の間に西浜の海岸線は最大で 25m も後退しかえって東浜では最大 20m も拡大した。養浜工事が今後行われなくなった場合、10 年後には西浜は最大で 10m 後退し東浜は最大 10m 拡大すると言われている。

https://www.zushitrip.com/spot/detail_2.html



神奈川県 ②

神奈川県では、数か所で海岸侵食/浸食が進んでおり、各対策が講じられている。

湘南人
SHONANJIN

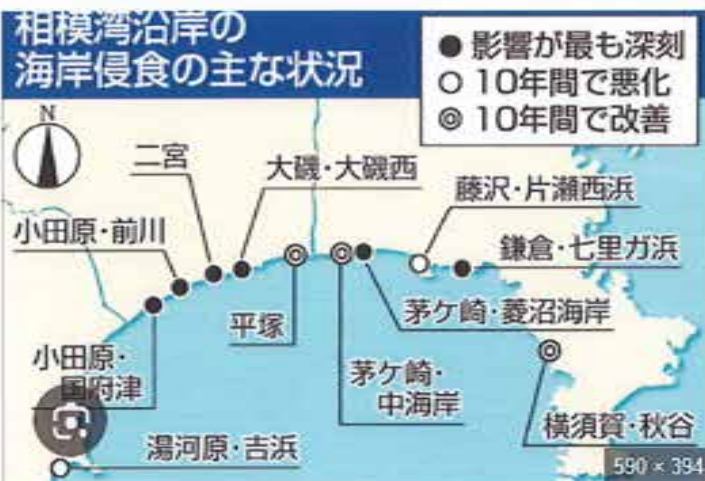
2021.05.14 ニュース

防災意識 海を考える

6 海岸、侵食「深刻」 鎌倉では10年で20メートル後退

環境問題 相模湾 台風

社会 | 神奈川新聞 | 2021年2月6日(月) 11:00



X f



近年の台風の影響もあり、侵食が進む鎌倉海岸・七里ガ浜地区。海沿いに国道134号が建ち、2021年1月

<https://www.kanaloco.jp/news/social/article-392172.html>



<https://shonanjinn.com/news/kanagawa-pref-countermeasures-for-shonan-coast-erosion/>

神奈川県 ③



茅ヶ崎市の海岸線 - 2005年

他にも相模川では昭和 30 年代に大規模な砂利採取やダム建設による土砂の流れるバランスの崩壊により海岸への土砂供給が減少し特に茅ヶ崎海岸から小野田海岸にかけて海岸線が後退した。茅ヶ崎海岸は侵食を受ける以前は遠浅の海岸だったが漂砂に位置するヘッドランドでは汀線に近づくにつれて粗粒となる。東向きの沿岸漂砂によって海浜を形成する主要成分だった細砂が消失し粗砂だけが残され勾配な地形となったと言える。

ダムが要因の海岸侵食 ①

ダムは生活に欠かせない一方で、海岸の砂を減少させる大きな要因となっている。通常運搬作用で山から河川を流れてくる土砂がやがて砂浜を形成するが、ダムがその土砂の流出を止めてしまうからである。ダム湖に溜まっている堆砂は本来は海まで運ばれる砂であり4分の1はダムが堰き止めているとも言われている。

ダムには種類があり多目的ダムというものがある。これには下流に放流するための「余水吐き」という排水口が設けられており堆砂も吐き出すことができるのだ。また大雨などの際に大量の水を排出する「洪水吐き」という設備も備わっている。しかし多目的ダムとは異なる電力ダムがある。これは高度経済成長期に多くつくられたが、砂の排出装置が無く、湖底に土砂が溜まっても水の落差が十分にとることができれば発電能力に関係がないため、砂の排出装置が携わっておらず堆砂を起こしやすいつくりとなっている。

ダムは建設時に100年分の堆砂を想定しダム湖の容量を決めているがはるかに上回るダムが増加している。堆砂容積を超えれば、ダム湖に溜まった土砂により利水や治水のために容量が削られ、しまいにはダム本来の機能を果たせなくなってしまう懸念もある。

ダムが要因の海岸侵食 ②

砂浜浸食のイメージ



水底をさらって土砂などを取り除く浚渫という作業により
かろうじて堆砂容積以内に収まっているダムも存在する。

この作業が進められているが設計堆砂容量 1000 万立方
メートルに対して堆砂量は 937 万立方メートルで想定のお
およそ倍の速度で大差が溜まり続けてしまっている。
ダムの効果を大きく見せようと予測が甘く見積もられるこ
とも発端のうちのひとつである。他のインフラと同じように
ダムの維持管理費が国民の大きな負担となって跳ね返りつ
つある。

2003 年の北上川ダム総合管理事務所のデータによるとダ
ムは国内に3091台あり国土交通省が管理しているのは 128
台で建設中が 55 台ある。言い換えればこれだけの多い台
数のダムが海岸侵食を助長しているということだ。

波消ブロックが要因の海岸侵食 ①

1956 年に砂浜の侵食を防ぎ、海岸の防災機能を高めるための「海岸法」が制定されたことで、全国の海岸で堤防が張り巡らされることになった。

ブロックは 120 種類にも及び高度経済成長期に大量使用された。防災効果として高波を防ぐ効果は認められたが、砂浜への砂の補給を遮断し砂浜の侵食を進めてしまう結果を招いた。

波の動きにより移動していた堆砂がブロックにより移動できなくなったことが大きな一因である。戦後に全国に水のダムが大量に建築されたことで砂が多く使用された。そもそも砂浜は砂浜に供給される砂の量と流出される砂の量のバランスが崩れることで生じる。砂地盤が侵食してしまうことが海岸侵食につながってしまう。

波消ブロックにより汀線が変化したことも事実である。

波消ブロックが要因の海岸侵食 ②



土木学会の論文で、平面地形データが取れかつ砂浜粒径、勾配、波浪条件と地盤変動量が異なる仙台、新潟、柏崎、高知、宮崎の長期汀線の変化を調べた。汀線変化は主に自然作用で生じたことが海岸法制定以前だった1950年以前のデータから読み取れる。

一方で 1956 年に制定後、海岸整備で砂浜が大きく減少したことから主に人為的な作用により侵食が進んだと考えられる。1990 年以降は防災設備の整備や海岸法の改正により砂浜の利用だけでなく環境に配慮することが追加されたことにより汀線の変化量は減少したが、海面上昇の影響が顕在化する懸念もある。

5. 砂の代替物

世界的砂不足の現状

水や今では空気ですえも資源と呼ばれる時代。次は砂かというように次々と今まで当たり前に存在していたものが「貴重な資源」となっている。

2019 年の 2 月に行われた世界経済フォーラムでは「地球は資源の収奪によって自然を危機的状況に追いやりられ持続不可能な状態に陥っている」と警鐘が鳴っている。ここからまさに砂以外の数々の資源が危険にさらされていることがわかる。国際的な市場調査会社の調査によると、合法でも違法でも砂の採掘が止まらないことで砂の埋蔵量は世界中で先細りになっている。結果が砂の価格高騰である。中国ではダムなどの巨大インフラ整備の 3 年計画、インドではすでに鉄道や高速道路網の建設など多くの開発が進んでいる。インドネシアでも経済成長の加速を目指し、25の空港や新たな発電所の建設など野心的な総合プロジェクトを策定している。

その他の ASEAN 諸国でも急速な経済発展による交通整備や発電施設の拡張により膨大な量のコンクリートの消費がつきものであり、砂不足はますます深刻化する。

廃建材の再利用

日本の建築廃棄物の排出量は 2018 年には約 8 万トンで全産業廃棄物排出

量の約2割、不法投棄量の約7割を占める。2002 年には法律が施行され、床面積の合計が80平方メートル以上の建築物を対象として解体や新建築、修理に伴い発生するコンクリート、鉄や木材、アスファルトなどの再資源化を義務付けた。結果、建築廃棄物の再資源化率は 1995 年は 58%だったのが 2018 年には 97.2%にまでなった。

コンクリートと廃材だけ見るとこの間に資源化率は 65%から 99.3%に上昇しいずれも世界一だ。コンクリート廃材ではコンクリート砂、道路や路盤用など再資源化されている。近年は解体で発生した廃コンクリート塊を現場で骨材に再生してコンクリートとして使うことも増えてきた。アスファルト廃材も再利用可能だ。

現在の7割のアスファルトの舗装はアスファルトとコンクリートの廃材を混ぜ合わせたものとすでに再々リサイクルが開始段階だ。さらに良いことに再資源化は、建設廃棄物の発生の抑制、碎石資源の保護だけでなく原材料が建設現場の多い都市部で得られるため輸送距離の短縮で CO2 削減にもなる。



https://www.pref.osaka.lg.jp/o130180/kenshi_shinsa/recycle_index/riyou.html

ガラスの浜

ガラスの元を辿ると原料は砂であり性質も同一だ。天然の砂と比べるとまだコストが高い。長崎県にある大村湾では水質改善の目的で細かく砕いたガラスを敷いた人工砂浜がある。一見遠目に見ると普通の砂に見えるが透明、青、緑、茶色などの小さなガラスの粒が光り映えるという理由で観光スポットにもなっている。海外でもフロリダ州では観光ビーチが急速に縮んできたため沖の海底から砂を吸い上げて砂浜に移してきた。その砂も足りずについには代わりにガラスから作られた砂で補充した。

ニュージーランドでもガラスサンドで砂浜を養い、オランダの構成国であるキュラソー島では人工砂にレッドリストに指定されているウミガメが産卵した。

今まではゴミとして廃棄されてきた瓶も今では「リターナル瓶」として再利用されている。ガラス製品を作るには多くのエネルギーが必要なのでリサイクルによって節約できる。日本のガラスのリサイクル率は 2012 年以降は7割前後の推移だ。



新たな骨材

廃棄物焼却や石炭火力発電所では副産物の灰であるフライアッシュが大量放出される。石炭の灰はセメントと相性が良く耐久性、施工性、流動性の高い骨材になる他にも建材、骨材、道路材、地盤改良材など土木、建築材料などに古くから利用されてきた。

廃プラスチックやマイクロプラスチックは人間の身体にも環境にも害があるとされるが再生プラスチックは各国で道路舗装の砂の代替品として実用化が始まっている。プラスチック屑の小さな粒子である「プラスチック砂」はコンクリート中の天然砂の1割を置き換え可能で年間最低でも8億トンもの砂を節約できるとされている。プラスチック道路はテスト段階では従来のアスファルト道路の3倍の耐久性がありなお4倍も軽く道路整備の時間が7割短縮される。オランダでは廃プラスチックを使用した模型をもとに電線や上下水道のパイプを通す道路を作り実用化の成功。これは洪水の際に排水路としても利用できる。イギリスの会社はアスファルトに廃プラスチックを混ぜる道路舗装材を作り、滑走路や競馬場のアスファルトに使っている。同じ技術がカナダやオーストラリアと大陸をわたり普及している。100%リサイクルプラスチックで作られた史上初の自転車専用道路も2018年にオランダでオープンした。ココナッツの殻などで骨材の代替にする建築材料の使用も増えている。インドでは都市の不燃ごみまで使用されている。他にも竹や木、藁なども代替建材として利用できる。

石炭灰の85～95%



写真: フライアッシュ

<https://www.jcoal.or.jp/ashdb/whataash/flyash.htm>



https://www.eneos-rd.com/research/carbon-neutral/waste_plastic_asphalt.html

まとめ

今回は、砂の資源性についての理解を深めるために世界各国の現状を提示し自国の現状と比較した。

経済発展が進んでいるアラブ首長国連邦とシンガポールでは自国の産業発展のために砂が用いられている。中国とツバルでも自国の産業発展のために砂を使用しているが実際にはそれにより砂の違法採掘や自国の国土が消失の危機にさらされている。

一方、日本では自然に減少することにより海岸侵食につながってしまっている。

世界の現状を知ることによって砂がいかに重要な資源であるかを知ると共に、砂の代替物の必要性を痛感する。砂に代わる資源は実用段階には移行しているものの、未だスタンダードにはなっていない。

私たちは、砂を守ることで持続可能な経済と環境を手に入れることが可能になるということを知らなければならない。

参考資料

- ・石弘之 2020 年『砂戦争—知られざる資源争奪戦—』 角川新書
- ・ヴィンスバイザー訳藤崎百合 2020 年『砂と人類—いかにして砂が文明を変容させたか—』 草思社
- ・訳海保真夫 1992 年『海と陸が会うところ』 岩波書店
- ・貝塚爽平 1992 年『平野と海岸を読む』 岩波書店
- ・須藤定久 2014 年『写真でわかる特徴と分類—世界の砂図鑑—』
- ・マイケルウェランド訳林裕美子 2011 年『砂—文明と自然—』 築地書館
- ・レイモンドシルバー訳立石雅昭 1995 年『砂の科学』 東京化学同人
- ・Wedge 2021 年 7 月号「資源ウォーズの真実 砂土水を飲み込む世界」