

# シリコンを活用した人工海底山脈でつくる魚のパラダイス 巨大地震からの早期復興の切り札に立ちはだかる壁

(株)人工海底山脈研究所代表取締役 鈴木達雄



## はじめに

内閣府が想定する首都直下地震、南海トラフ地震等は、世界に類のない未曾有の被害を及ぼす現代都市型巨大地震である。しかし、早期復興のための備えは充分とは言えない。特に、復興の初期には迅速な災害廃棄物の処理が不可欠だが、2018年の防災学術連携体（56学会）、2019年の土木学会、廃棄物資源循環学会、日本危機管理防災学会、いずれも災害廃棄物の迅速な処理や早期復興に関する論文がない。この国難から子孫を守り、迅速な復興をどのように実現するか、それぞれが専門分野で研究することが、今望まれる。

特に、巨大地震からの早期復興でもSDGsの目標達成が求められ、膨大な廃棄物を迅速に利用する必要がある。挑戦的な課題だが、誰かがやらなければ日本は経済競争で世界に遅れをとる。復興の初動で人命救助が不可欠であることは言うまでもなく、この課題では多数の研究があり、避難計画にも取り入れられ、日々、訓練も進む。

しかし、早期復興に必要な迅速な廃棄物の利用に関する研究はない。著者が2018年から首都防災ウィーク等で訴えたのはこの問題である。

図-1は1995から2015年、20年間の各国の経済成長率である。日本がマイナス成長率である現状を認識すれば、早期復興計画は不可欠である。

## 立ちはだかる壁

人が制御することができない地震の発生場所、マグニチュード、深度等が、現代科学の粋を集めて想定され、広く公報された。地震による地表での震度、それによって被災するエネルギー施設、水供給施設、交通施設、情報施設等のライフライン、住宅、事務所、店舗などの被害、廃棄物の種類別発生量が検討された。また、地震による死傷者、帰宅困難者、要避難者の数も想定された。対策では避難場所、避難所、避難方法も詳細に検討されている。さらに家屋の倒壊、焼失、死傷者等の被害を最小限にする方法、救助技術、災害関連死の防ぎ方についても研究されている。

しかし、ここで云う壁は人が制御できない地殻変動等の天災ではなく、人が制御できるはずの復興の支障になる壁である。リーマンショックは全世界を等しく襲ったが、この20年日本に戦争がないのは強みのはず。勤勉で真面目と云われる日本だけが、デフレから脱却できず経済成長率はマイナス、GDPを世界3位に下げた。これに未曾有の地震が追い討ちをかける。速やかな復興のための調査・研究もできない日本社会の仕組みが大きな壁である。復興が10年、20年と長引けば、不景気がさらに続くことになる。速やかな復興の支障になる人為的な壁を取り除く必要がある。



図-1 1995～2015年の20年間の各国の名目GDP成長率(出典:土木学会誌 Vol.103.No.6.2018)

以下の日本の慣習が、経済成長や早期復興の壁となり、足枷になることが懸念される。

- ・デフレの超長期化（決して天災ではない）
- ・官僚組織の横連携の欠如（縦割行政の弊害）
- ・不合理な規制（発災前の調査は否定される）
- ・創造性の欠如（早期復興に関する研究がない）
- ・チャレンジ精神の欠如（結果が分かる研究優先）

震災発生材を利用して沿岸の生物生産環境を改善する本提案に多くの有識者が賛同するが、巨大地震では発生場所も被害の大きさも分からない。前例がなく省庁連携が必要な仮定の調査は、多忙の中で実施する人も費用もないと拒否される。一方、30年以内に70~80%の確率で発生する巨大地震と被害を想定したのも国である。人がつくる慣習等は改善できるはず。復興期間の短縮と経済損失を低減するため発災前に本提案の調査・実証ができるよう改善されることを願う。

### 想定された経済損失

財政再建が最優先される日本では、表-1に示す膨大な経済損失の想定を再認識する必要がある。

表-1 巨大地震による経済損失

巨大地震	経済損失(兆円)	
東日本大震災	直接	17
首都直下地震	直接	47
土木学会	20年間	778
南海トラフ地震	直接	170
土木学会	20年間	1,410
首都直下+南海トラフ	直接重複	217

廃棄物の処理も、これに含まれるが、東日本大震災では3年と総額1.32兆円の費用を費やした。廃棄物処理費用の

割合は大きくはないが、復興までの期間短縮は経済損失を大幅に削減する。表-1の20年間の損失には復興速度を変数とする考察はないが、1日で

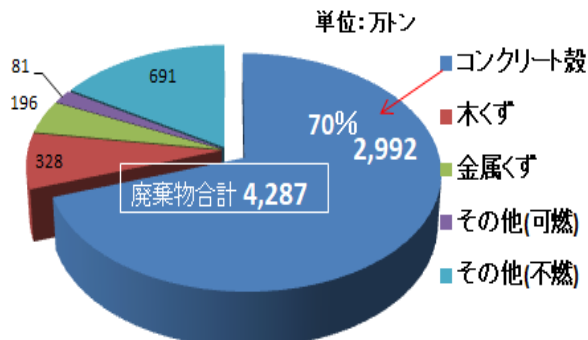


図-2 首都直下地震の廃棄物の種類(東京都)

も早く復興できれば経済活動の開始が早まり、経済損失を抑えられるのは明白である。

図-2に示す首都直下地震で想定される東京都の震災廃棄物の70%がコンクリート殻で、発生量に応じた処理時間と費用がかかろう。図-3は発生割合が最多のコンクリート殻の発生量で東日本大震災、首都直下地震、南海トラフ地震を比べたものである。東日本大震災とは桁違いのコンクリ

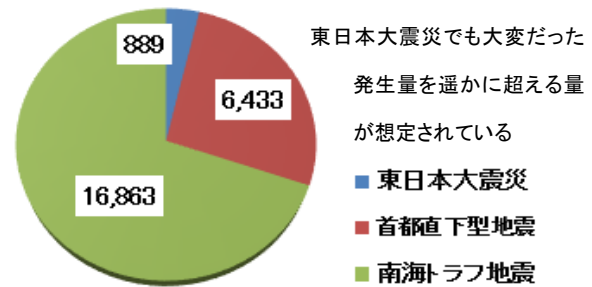


図-3 コンクリート殻の発生量比較(単位:万トン)

ート殻の発生が想定され、人口が集中し構造物が過密状態の東京、大阪、名古屋等の大都市に偏る。また、被災構造物を解体する空地や仮置場がなく、狭い被災区域に解体に必要な重機を集中投入するのも難しい。しかし、被災した現場を占拠する構造物を速やかに解体し、被災地から撤去しない限り、復興の拠点となるスペースができない。この遅れによる復興事業の長期化は明らかである。国がこれだけ厳しい想定をしたにも関わらず、迅速な復興に有効な対策がなければ、行政の不作为による人災だと子孫に叱責されかねない。

### シティコンとは

本提案では解体の処理時間と費用を削減し環境負荷を軽減するため、コンクリート構造物を都市鉱山と見なす。利用目的に応じて大割のコンクリート殻を事前に策定する利用基準に基づき、1トン以下、2m以下程度のブロックとし計画的に極力ゴミを出さずに採掘する。普及している再生砕石とするコンガラと区別し、都市のコンクリート資源と見立て、シティコンと命名した。シティコンを直接近隣の埠頭に最短距離で運搬する。交通渋滞を避け、人工海底山脈等に利用するブロックや捨石の代替資材として迅速に利用する。

**一石三鳥**（廃棄物利用、早期復興、食糧増産）

コンクリート殻の利用方法は広域に運搬し、全て破砕して再生砕石にするのが原則である。平時に多くの実績があり、確立された安心できる方法である。用途としては、道路、鉄道、護岸、防波堤、破損構造物等の修復、スーパー堤防、記念公園等、陸上での利用が主体である。しかし、日本国土の標高 500m以下の可住地は 27.7%と狭く、高人口密度地域での権利調整に時間がかかる。

一方、日本は世界第6位の広大な排他的経済水域を持つ。しかし、海域での震災発生材の利用は殆どなかった。海洋ではロンドン条約等の厳しい規制もあるが、歴史と実績のある沿岸漁場整備開発法等に基づく人工海底山脈等による水産物の増殖は、国の直轄事業として実施されている。海域の利用は国家存亡の危機回避のための切り札になると同時に、早期復興は世界の希望でもある。特に、東京都は日本の排他的経済水域面積の45%を占める。図-3に海底山脈で利用可能な伊豆諸島海域の200m等深線を示す。日本沿岸の僅かな水域利用で水産資源の増殖が図れる。

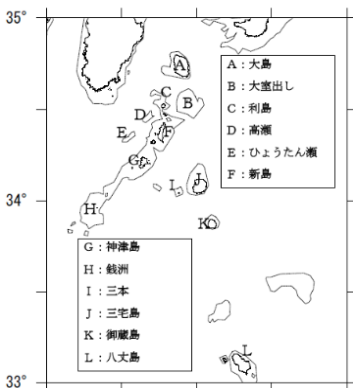


図-3 伊豆諸島海域 200m 等深線

想定された首都直下地震、南海トラフ地震は連動する可能性もあり、合計 2.3 億トンのコンクリート殻が、日常の建設廃棄物の他に発生する。全てを選別、運搬、破砕、分級し再生砕石として仮

置貯蔵し、利用現場に戻すには膨大なエネルギーが必要になる。交通渋滞だけでなく、CO<sub>2</sub>、有害物質の排出と同時に環境負荷と費用がかかる。

本提案は、東京都の海で魚介類を増産し、豊洲

市場の東京産魚介類を増やし、震災廃棄物の利用、迅速な復興、食糧増産の一石三鳥である。震災廃棄物の種類、用途、量別に処理時間、処理方法、費用を含めて時系列解析し、短期間で処理できる組合せと、法整備を含む計画を策定する。事前に計画することで想定外の事態は減らせる。

都心で更新時期がきたコンクリート構造物の解体時にシティコンの採掘訓練を行い、漁業者の賛同を得て海域で実証するのが望ましい。従来の破砕して再生砕石にする処理方法は確実だが、処理時間と環境負荷が大きい。その外にも多様な処理方法を用意することが望まれる。機能を失ったコンクリート構造物も都市の資源であると認識し、用途に応じて臨機応変に極力無駄なエネルギーを使わずに利用することがSDGsに叶う。さらに、自海域で大量に利用する努力により、広域の自治体に押し付ける迷惑な廃棄物の量を削減できる。また、海域を活性化する新たな利用方法では、一般廃棄物の処理責任は区市町村という慣例に囚われず、国が積極的に指導し、初動から計画に沿って推進することが望まれる。

表-2はコンクリート重量12万トンの鉄筋コンクリートビル群を解体する場合のコストを、平時と発災時を想定して比較した例である。平時には解体前に防音工事、内装撤去、有害物の撤去等が必要である。震災からの迅速な復興では、処理速度を上げるため、事前に環境影響に配慮して省略可能な作業を決め、標準化し基準を策定しておく必要がある。表-2の下段は、発災後の激甚災害指定、住民の疎開等を想定し、被災現場で人頭大まで破砕して鉄筋を除去する作業等、不要不急な工程を省くことで、効率よくシティコンを採掘することを優先し、工期、工費とも30%程度圧縮できる可能性がある。都市のスペースをより迅速に確保することを早期復興の初動としたい。

表-2 コンクリート構造物の解体費用(コンクリート重量:120,000 トン (処理時間、費用:3割減の可能性))

単位万円	防音工事	内装撤去	70%回収	75%リサイクル	コンガラ解体	コンガラ運搬処分	工事費計	諸経費	法定福利	有価物	受注価格	単価(円/t)
平時	17,500	14,800	4,550	12,000	60,000	33,000	137,000	13,775	4,122	-11,600	164,647	13,721
発災時	平時と同じ処理では処理時間を短縮できない				42,000	23,100	65,100	割増×1.7		0	110,670	9,223

参考:平時の人工海底山脈の建設費は約2万円/tで、ブロック製作費と沈設費はほぼ半々とすれば、大割コンガラを資材として直接利用しても大差がない

## 人工海底山脈事業（公共事業）

水産庁は 1995 年に世界で初めて深層海水に含まれる栄養塩類を、現場海域で太陽光の届く、表層に添加し、自然エネルギーで植物プランクトンを増殖させる人工海底山脈をつくる実証事業を行った。この実証事業で人工海底山脈周辺約 20km 四方の年間試験漁獲量が 6 倍の 1500 トンに増加した。成果が評価され、2003 年には国が 50%補助する県の公共事業が創設され、2010 年には海域と規模を拡大し国の直轄事業が始まった。日本沿岸に 13 基の海底山脈ができ、漁業者に喜ばれ、現在、3 事業が実施されている。

人工海底山脈の資材として、石炭灰ブロック、

捨石、コンクリートブロックが使われている。この代替資材となるシティコンの環境安全性は、構造物の利用状況から事前に判断できる。元の構造物は人が利用していたもので、基本的に安全性、強度、耐久性は保たれている。価格は表-2 のように人工海底山脈用に作られたブロックより安価になる。本提案で策定されるシティコンの基準ではないが、東日本大震災で岩手県田老町漁港ではアワビ・ウニの増殖施設の造成に大割のコンクリート殻が 4 万 m<sup>3</sup>利用された実績がある。

図-4 は、迅速な復興事業で、シティコンを活用した海底山脈が造られ、多様な海洋生物のパラダイスが創造されたイメージである。



## 関係省庁等の動き

本提案には、単独省庁で把握できない情報の共有と協力が必要になる。個別に水産庁、内閣府等に説明すると提案に賛同頂くが、実現できなかった。この経験から一般都民との連携の必要性を強く感じ、民間 NPO に提案し、賛同を得て、多くの有識者と情報交換できた。コロナ禍の緊急事態宣言で外出制限されたことで省庁の壁なく学識経験者等のメンバーで TV 会議に集まり率直な議論

をし、1 省庁の議論で終わっていた提案が総括され、前向きに動き出す機運ができた。子孫に明るく豊かな未来を贈るため、早急な事前復興計画の策定と実証事業を行政に提案していきたい。

鈴木達雄: 1949 年山口県下関生まれ。1995 年国の補助を受け人工海底山脈の実証事業を主導し、国の人工海底山脈公共事業化、直轄事業化に協力した。2016 年人工海底山脈へのシティコンの循環による海の生態系の活性化を提唱。