

## 待ったなし、瓦礫をどうする？ 災害発生材を利用した海の食糧増産

鈴木達雄 ((株)人工海底山脈研究所代表取締役)



### はじめに

「災害は忘れた頃にやってくる」と云うが、東日本、関東、南海の3ブロックは連動して非常に短期間に、巨大地震を5回起こしている。

①1869年貞観地震 (M8.7)、878年相模武蔵地震 (M7.4)、887年仁和地震 (M8.5)、18年。

②1605年慶長地震 (M8)、1611年慶長三陸地震 (M8.1)、1615年慶長江戸地震 (M6.8)、10年。

③1677年延宝八戸地震 (M8)、1703年元禄関東地震 (M8.2)、1707年宝永地震 (M8.6)、30年。

④1891年濃尾地震 (M8.1)、1894年明治東京地震 (M7)、1896年明治三陸地震 (M8.5)、5年。

⑤1923年関東大震災 (M7.9)、1933年三陸地震 (M8.1)、1944年東南海地震 (M7.9)、21年。

この5回の間隔は長いが、何れかのブロックでマグニチュード8級の地震があると、短期間に他の2ブロックの巨大地震が連動している。関東大震災が起きて88年が経ち、2011年に東日本でマグニチュード9の大震災が発生し既に7年が経つ。他の2ブロックが短期間に連動しても不思議ではない。「災害の事前復興待ったなし」である。

2013年に国土強靱化基本法が成立し、災害を最小限にする事前の対策は喫緊の課題である。土木学会は、首都直下地震、南海トラフ地震発生後20年間の経済被害額を各々、778兆円、1,410兆円と推計した。GDP世界第3位の国の未曾有の被害は、世界経済に甚大な影響を与える。日本の迅速な復興は世界に対しても重大な使命である。

復興時の課題解決に要する負担を軽減し、被災後の復興に要する時間やエネルギーを低減する事前復興が重要である。しかし、日本では巨大災害発生前に、起こり得る事態を想定し、発災後の応急対応や復旧・復興に必要な体制を整備・構築する計画は十分ではない。

政府は最悪の被害を想定するだけでなく、被害

を最小化し、迅速に復興し、夢のある未来を創造する計画を、早急に打ち出す責任がある。

本文では、震災廃棄物の大半を占め、早期復興の最初の大きな障害となる膨大なコンクリート殻を安全に再生利用する方法を提案する。

### 震災廃棄物の特徴

2017年6月の東京都災害廃棄物処理計画では、被害の大きなケースの一つに東京湾北部で発生するマグニチュード7.3の地震を想定している。

特徴の一つは、最大震度が7に達し、最大で合計4,287万トンの廃棄物が、東京23区に集中することである。これは、東日本大震災で東北6県の広域に及び発生した合計2,800万トンの廃棄物の約1.5倍に及ぶ。首都東京の23区には人口、住宅、公共施設、工場、商業施設等が最も密集しているので、震災廃棄物の発生量が多くなることは、容易に想像できる(図-1)。

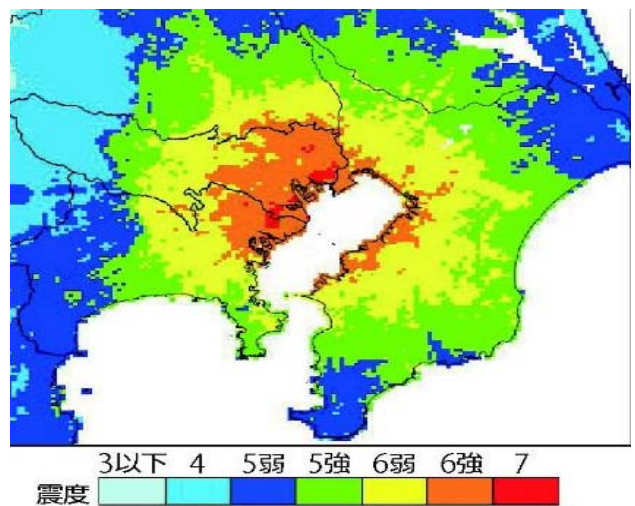


図-1. 東京湾北部地震の想定震度分布(東大地震研)

もう一つの特徴は、コンクリート殻の発生量が2,992万トンと廃棄物全体の70%を占め、東日本大震災の3.4倍に及ぶことである(図-2)。

コンクリート殻は、元々吟味されて設計・施工

された、安全性、耐久性を持つ構造物の重要な部材であった。耐震基準の低かった時代の構造物が崩壊したとしても貴重な財産であり、資源のない日本ではこれを利用するための基準を設け、敬意をもって再生利用するべきである。

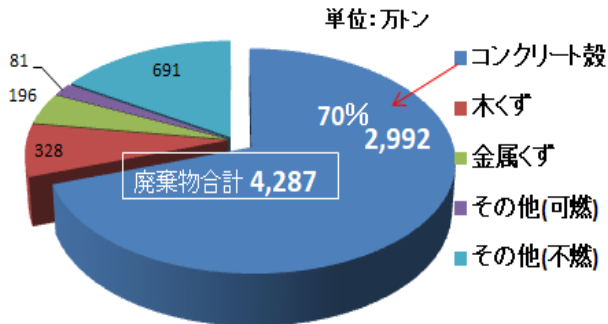


図-2. 東京湾北部地震で発生する廃棄物

東京都の想定とは別に、政府は首都直下地震の廃棄物総量を11,000万トン、その58%の6,433万トンがコンクリート殻だとしている。両者の想定条件に差はあるが、未曾有の量に変わりはない。政府は南海トラフ地震の廃棄物も推計し、超広域に発生する廃棄物の総量を32,192万トン、その52%が16,863万トンのコンクリート殻だとしている。前述のように首都直下地震、南海トラフ地震は短期間に発生しても想定外ではない。両者の膨大なコンクリート殻が短期間に重なれば、事前に利用方法を検討する重要性は益々高まる。

### 震災コンクリート殻処理の課題

特に、首都東京は、日本が巨大地震から迅速に復興するための司法、立法、行政の要であり、陸海空の交通等、全ての機能の要衝である。東京23区に集中し、廃棄物の70%を占めるコンクリート殻を迅速に処理できなければ、72時間以内の人命救助や、被災者への救援物資や機材等の運搬もままならない。何としても迅速に処理する必要がある。平時でも頻繁に渋滞する首都圏交通網に膨大な廃棄物が加われば、交通渋滞の長期化、物流障害の深刻化により、早期復旧どころか混乱を世界に拡散する危険がある(図-3)。

首都圏では、廃棄物を分別、処理、一時貯蔵するための仮置場の確保が困難である。交通渋滞と

仮置空間確保の面から、首都直下地震で発生するコンクリート殻を、東日本大震災のように全て破砕して碎石や骨材とする処理は合理的ではない。加えて、都心での破砕には、騒音、振動、粉塵などの公害の発生も懸念される。破砕処理は各所で長期に亘り、余裕空間を潰し、費用負担も莫大になる。膨大なコンクリート殻は、破砕しても減容できないので大規模な需要が無ければ、その仮置場に山積みされ貴重な空間を占拠し続け、都心の迅速な復旧・復興の解決には繋がらない。



図-3. 東日本でのコンクリート殻の実態

東京都は、2030年までに容量3,888万トンの新海面処分場の整備を進めているが、災害廃棄物は対象外である。首都直下地震の廃棄物を受入れれば、本来の廃棄物や土砂等の処分場を失う。関係者の中には、未曾有のコンクリート殻を処理するアイデアはない、と吐露する者もいる。

### 震災コンクリート殻の大量利用

東日本大震災の廃棄物は3年と1.3兆円の国費で処理された。首都直下・南海トラフ地震では、さらに莫大な処理期間と費用が見込まれるが、発災後の混乱状態で合理的な判断はできない。

国家存亡の危機から費用負担を抑え、早期復興するには、事前の周到な計画が不可欠である。廃棄物処理も同様で、分別が比較的容易で、資源として利用できるコンクリート殻の特徴を活かし、新たな大規模市場として公益性の高い公共事業を創出し、事前に計画しておく必要がある。

都心に発生するコンクリート殻の受入れに理解のある圏外に搬出するためにも、交通渋滞を避けてコンクリート殻や復興資材を扱う臨海基地を、事前に指定し確保する必要がある。道路運搬を最小化し、管理されたコンクリート殻を、この臨海基地から海上運搬し、計画された公共事業に迅速に再生利用するのが理想的である(図-4)。



図-4.震災発生材の臨海基地への運搬(JAPIC)

水産庁は、2012年に災害コンクリート殻等を対象に、「漁場施設への災害廃棄物等再生利用の手引き」を作成し、後述する人工海底山脈への利用を例示し、技術的に利用可能としている。したがって、廃棄物処理法、海洋汚染防止法、ロンドン条約を遵守した利用方法であると云える。

筆者らは、コンクリート殻を環境に配慮して数トン程度にブロック化し、必要な処理を施して分別、収集し、迅速に最短距離の臨海基地に運搬し、仮置きする方法を提案した。臨海基地に仮置きしたブロックを、比較的少量備船が可能なガット船等のクレーンで、臨海基地の岸壁から有価物としてガット船に積込む。計画海域まで速やかに海上運搬し、設計通り人工海底山脈を建設する。ガット船は比較的に高速・大量運搬が可能で、位置決め沈設等の作業も従来の人工海底山脈工事に劣らぬよう工夫することができる(図-5)。

この提案を実現するには、関係省庁、自治体、住民、漁業者を含む組織横断的なチームで、震災

発生材を利用した漁場整備計画を策定する必要がある。同時に、コンクリート殻の収集・運搬・仮置き、管理基準、関連する法制度等についても、事前の合意形成が必要である。

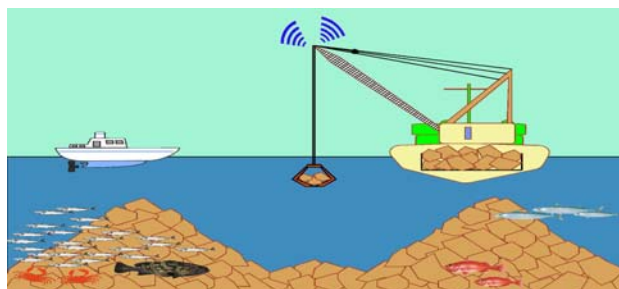


図-5.ガット船による人工海底山脈の建設

### 水産物の増大政策

1949年に制定された沿岸漁場整備開発法は、沿岸漁業の基盤たる沿岸漁場の整備及び開発を図り、沿岸漁業の安定的な発展と水産物を増大するのが目的である。1969年 Ryther博士は、SCIENCE誌で世界の海の0.1%の湧昇域で50%の魚類が生産されると発表した。水産庁は1995年に沿岸漁場整備の一環として海域の基礎生産を増加するため、人工的に湧昇流を発生させる山脈を、海底に建設する人工海底山脈の実証事業に挑んだ(図-6)。

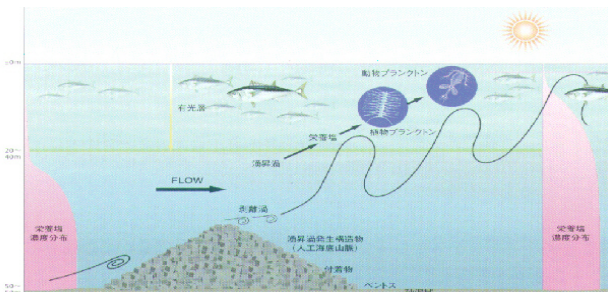


図-6.栄養塩の湧昇による生態系の変化

2000年にこの人工海底山脈が竣工し、年間の試験漁獲量が事業前の6倍、1,500トンと驚異的な成果を得た。この漁獲の大半が、従来その海域で獲れない植物・動物プランクトン食のカタクチイワシで、人工海底山脈により低層の栄養塩類が表層に添加されたと評価された。採水による周辺海域の植物・動物プランクトンの増加や、人工衛星によるクロロフィルaの増加でもそれが裏付けられた。更に海底から山脈状に積み上げた膨大なブロックに付着する多様な生物や、海底山脈周辺の流

況変化で、海底の砂泥域で様々な底生生物が増殖した。これらの生物群が魚介類の餌となり、岩礁生態系を活性化する効果が大きく評価された。

### 海の生態系が水産増殖を加速

この成果を基に、2003年に水産庁は都道府県を事業主体とする公共事業として、人工海底山脈あるいは、湧昇マウンド礁と呼ばれる新事業を創設し、長崎県、鹿児島県、静岡県、宮崎県の11海域で成果をあげている。水産庁は、2010年に県の事業に加え、国直轄事業を立ち上げ対象海域を排他的経済水域に広げ、規模を拡大して五島列島西方沖でマウンド礁事業を開始し、次いで隠岐海峡、対馬海峡、大隅海峡の5海域で直轄事業を進めている。この事業は、海の生態系の基礎として重要な、アジ、サバ、イワシなどの多穫性魚を増やし、自然の増殖機能を加速するのが目的である。

### 人工海底山脈事業への利用の課題

仮置場に置かれたコンクリート殻は、適切な用途なしには移動できない。しかし、震災発生材を再生利用した人工海底山脈事業の前例がない。また、ガット船で人工海底山脈を建設した例もない。

このようにコンクリート殻を大量に利用して日本沿岸を豊かな漁場にする事業にも課題がある。一方、膨大な瓦礫を受入れる新規事業が創出できない限り、迅速な処理の可能性は低い。

人工海底山脈事業は公共事業として多数の実績があり、技術的には可能である。復興特別区や特別緊急対策事業の可能性もあるが、条件として合意形成された計画が必要である。今、解決しなければならない課題は、事前復興として震災発生材を迅速かつ大量に受入れる人工海底山脈の計画を関係者合意の下で策定することである。

### 早期震災復興と食糧増産の一石二鳥

例えば、都心で発生するコンクリート殻の1/3に当たる1千万トンを利用して、3年間で人工海底山脈を建設する。1千万トンのコンクリート殻の体積を約1千万m<sup>3</sup>とすれば、1基、高さ50m、底面直径200m

の円錐体を、4個重複し直線上に連ねた延長600m、体積200万m<sup>3</sup>の人工海底山脈が5基建設できる。既往の人工海底山脈1万m<sup>3</sup>当たりの漁獲実績から、年間の平均漁獲増加量は約40トンとなり、1千万m<sup>3</sup>での漁獲増加量は、年間4万トンと推定される。

2000年に、長崎県生月島沖の実証事業が竣工し、水中ロボットがビデオ撮影した人工海底山脈周辺の映像に、筆者は驚き、感動した。それは生態系が活性化し多穫性魚や回遊魚の群が舞い躍る「魚湧き豊漁の海心湧く」光景だった(図-7)。



図-7.人工海底山脈に舞い躍る魚群のイメージ

事前復興計画があれば、発災後直ちに人工海底山脈の建設を開始でき、復興期間の短縮と費用負担の軽減が図れ、漁獲量を増大する海の食糧増産政策は、国民や若者に大きな夢を与える。

造山帯にある国々で、災害廃棄物の処理は避けられない永遠の課題である。膨大な震災発生材を、海のピラミッドという社会資本に昇華させる日本発の文化を、同じ課題に悩む各国に発信し、世界の海が美しく豊かになることを期待する。

### 参考文献

- 環境省、災害廃棄物対策指針(改訂版)、2018. 3
- 東京都、東京都災害廃棄物処理計画、2017. 6
- 東京都、市街地の事前復興の手引、2015.
- 水産庁、漁場施設への災害廃棄物等再生利用の手引、2012. 7
- JCI、東日本大震災に関するコンクリート工学の面の提言、2012. 2
- JAPIC、首都圏における震災廃棄物処理のあり方、2007. 6