

## 巻末-5

# 想定すべき危機 ～南海地震～

### 1 想定される影響

高知県は約 100 年間隔で発生してきた南海地震により、生活者の空間とそれを取りまく自然界も大きな影響を受けてきました。影響は災害という形で人的影響のみが述べられる傾向にあるものの、生態系についても多大な変化があったと考えられます。ただ、その影響の想定は南海地震発生直後の短期的影響だけではなく、次の南海地震発生までの回復過程も視野に入れて考慮する必要があります。南海地震の発生により生態系がどのように激変し、また地震間の回復過程がくり返されるかという長期的時間変化の視座からは、余震を含む約 1 年間の激動期とともに 99 年間の静穏期のくり返しで現在の生態系を見る視点が必要です。このことは、現在の生態系は結果として、前回の昭和南海地震やこれまでの歴史地震からの回復期ととらえることも可能です。そのような観点から本稿では、巨大地震津波来襲直後のさまざまな影響について、短期的な影響のみ示します。さらに高知県が近い将来直面する南海トラフ地震 M9 クラス（単独発生の南海地震は M8 クラス）地震発生を想定したケースについて考えます（付図 1）。これは、平成 23 年 3 月に東北沖の太平洋において発生した M9.0 の超巨大地震を先行事例として参考とします。



付図 1 南海トラフ沿いの巨大地震の想定震源域（外側）と想定波源域（中央防災会議，2011）旧想定震源域（内側）は地震調査研究推進本部（2001）および中央防災会議（2001）より。

新しい想定震源域（付図 1 の外側のライン）は高知県直下から北方の瀬戸内海側まで延び、西方は従来の日向灘地震震源域まで、東方は静岡県東海地震発生領域まで広がる一方、津波の想定波源域は南海トラフ陸側のトラフ底までとされました。

東北地方で津波に襲われた沿岸被災地は、ようやく震災廃棄物が集積された状態にあります。宮城県石巻市では、震災から 2 年後の現在、この完全処理には 10 年近い歳月が必要とされます<sup>※</sup>。震災廃棄物処理も困難ですが、今後この廃棄物が生



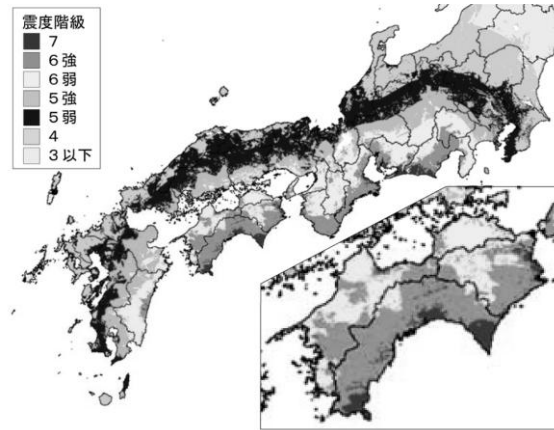
平成 23 年 3 月 30 日宮城県仙台市亘理地区の様子

地震後約 60 分後に襲来した津波により海岸から最大 5km の奥地まで破壊され、荒涼とした光景が広がる。

<sup>※</sup> 震災当初、発生した廃棄物は 200 万トンと見込まれ、これは通常時の年間廃棄物処理能力 2 万トンとすると、処理に 100 年を費やすことになる。その後、他自治体の処分協力により、この見積もりは短縮。

態系にどのような影響を与え、その回復にどれくらいの時間を要するか見積もることは難しい状況です。太平洋に流れ出した瓦礫が、周辺諸国の問題となり始めている状況が伝えられています。近い将来、同様な南海トラフ巨大地震発生が懸念される高知県において、今後の東北地方太平洋岸における時間的推移は事前対策をとる上で参考としなければなりません。

巨大地震でまず発生する現象は強く長いゆれです。高知県内のゆれはほとんどの地域で建物の損壊が始まる震度6弱以上とされ、一部を除き震度6強のゆれとなります。一方、平野部では建物倒壊が3割に近い、最大震度7のゆれが予想されています（付図2）。このゆれの継続時間は3分程度で、これは地震を発生させる震源面（断層面）が高知県直下にある海溝型地震の特性に由来しています。このゆれは、東北沖地震が震源域の外で、震度6弱程度であった事と比べ、著しく強く長いものといえます。



付図2 南海トラフの巨大地震による最大クラスの震度分布（中央防災会議，2012）

次に発生する災害事象は津波の来襲です。津波の来襲地域は、特に沿岸の生態系に壊滅的打撃を与えます。海域沿岸の生態系は、連年の台風や強風の塩分を含む水滴により塩害として相当な影響を受けてきたものの、津波の影響は津波水塊の攻撃による物理的破壊による所が大きくなります。高知県沿岸低地は流れ込む川によりたえず埋積作用が働き、多くの平野は沿岸に沿って高さ5mから10m程度の浜堤（ビーチリッジ）<sup>\*1</sup>が形成されてきました。浜堤の多くは水はけのよい砂丘となり、大きさの揃った粒子の間には雨水をため、塩水を含む間隙水を押し下げて、井戸を掘れば真水が得られることにより、住居地域が成立するとともに農業が営まれてきました。このように成立した集落を「浜堤上集落」と呼び、高知県のみならず黒潮の流れる沿岸諸国では共通の景観を形成します。県内の須崎市や安芸市、高知市種崎、土佐市宇佐町や中土佐町久礼の町並みはこのようにして形成されてきた歴史を有しています。沿岸では漁業が営まれる一方、水はけのよい浜堤土壌は、花卉栽培やらっきょう栽培などの農業適地を発達させてきました。一方、浜堤の背後に位置する後背湿地は、塩分を含む地下水のため農業生産に不向きな土地とされてきましたが、江戸期以降の土木技術はその土地を埋め立て主に米作地としました<sup>\*2</sup>。この度の東北における地震津波はそのような沿岸低地をすべて飲み込みました。浜堤上の沿岸林や林間の植物群落はことごとく破壊されました。数度にわたる現地調査において、地震津波発生後の数ヶ月で一部は開花を迎えたり新芽を出したりした樹木も、多くは当該年度の夏までには枯死しました。津波浸水域の一部では、その後、塩性土壌に強いとされた綿花やケナフなどの栽培も試みられているものの、稲は、平成23年度は作付け不能であり、平成24年度も田植え後の稲の分けつはみられたものの秋の実りはありませんでした。ただ、土壌中の

<sup>\*1</sup> 河川を通じて運ばれた山地斜面から供給される風化生成物から成り、粒径の小さな砂、シルトや粘土などが沿岸へ供給された後、沿岸流によって運搬され、さらに高波により陸上へ集積し、堤防状の地形を形成したものの。

<sup>\*2</sup> ○○改田、あるいは○○新田などと呼ばれる。

塩分濃度は積極的な脱塩作業で下がり続けており、農業の復興が進みつつある地域もあります。

## 2 地震動（ゆれ）が与える影響

地震動（以下ゆれと表記する）の地表面への影響は、まず地盤の液状化<sup>※</sup>が生じる堆積平野で著しくなります。浜堤や堤防などの細粒粒子から構成される凸状地形は側方移動を起こして円弧滑りを発生させながら破壊されていきます（写真右）。浜堤上の植物群落はこのような物理的破壊と間隙水の変化などが変化し、水分の供給がなくなれば枯死に至る地域も見られます。一方、前述したように間隙水の塩分濃度変化も群落変化の大きな要因となることが考えられます。地盤の液状化は一方で、地下の流動しやすい中粒から細粒の砂層を、噴砂現象を伴いながら地表面へ運ぶ作用もあります。



昭和 21（1946）年昭和南海地震翌日の堤防の液状化被害の様子（沢村武雄・上田寿 高知大学名誉教授撮影）

地震のゆれによる地表面の変状とともに、高知県が震源域の北端に位置することにより生ずる特異な現象があります。地震発生と同時に進行する広範囲の地盤の沈降です。昭和南海地震（1956年、M8.0）と安政南海地震（1854年、M8.4）で、それぞれ1mから1.2m程度、宝永南海地震（1707年、M8.6）では約2mの沈降が記録されてきました。地震発生とほぼ同時にこの沈降地域に海水が逆流します。この地震性沈降は、東北地方地震ではゆれが始まって約1分で終わり、このような極めて速い地殻変動の様子が初めて観測されました。くり返される南海地震において、高知県では例外なくこの地盤の沈降は生じて来ており、このため津波浸水が長期にわたり続き、広範な地域が浅海化し、長期浸水域が形成されます（写真右）。



五台山から見た南海直後（上）および現在（下）の高知市街（上の写真は高知市提供）

この長期浸水は主に地盤高（標高）の低い高知市や南国市の一部で見られてきており、昭和南海地震後の浸水は歴史的には小規模であったにもかかわらず、堤防を修復し浸水した海水をくみ上げるまで数ヶ月続いたとの記録が残っています。この地盤の沈降は浸水域に生息する多くの動植物の生態に激しい変化をもたらすこととなるでしょう。実際、平成23年の東北地方の大震災において、地震発生後約1分間で宮城県石巻市街地では最大1.05m、宮城県鮎川で最大1.20mの地盤の沈降が観測されました。石巻市街地は震災後2年を経て、約20cm程度地盤は隆起し回復傾向にあります。未だ大潮の満潮時（高潮位）に

<sup>※</sup> 堆積地盤を構成する粒子が移動し、地震のゆれにより粒子間の摩擦力が低下すると同時に、余った間隙水が高圧地下水となり地表へ移動を開始する現象。

は水浸したままの地域も多く残っています。宮城県は市街地全体を今後 1mかさ上げする方針を決めました。

### 3 斜面災害の発生

ゆれによる災害のうち、特に顕著な現象として斜面災害の発生※があります。

斜面災害は、そこに成立している植物群落にとって環境の激変をもたらします。例えば地すべりの先頭部に生じる滑落窪地ではたえず地下水が供給され、湿生植物の格好の生育地となっています。一方、乾燥した斜面にはシダ植物や乾燥に強いコケなど、さらに地すべり土塊の末端では、滑り面末端からの地下水によって水田耕作が行われ、モウソウチク林や杉などの植栽林も多く、高知県の多くの中山間集落は、かつての地すべり地を利用しながら生活空間を成立させてきた歴史を持っています（写真右）。そこで人間と動植物は生態系を共有し、山地斜面の生活を維持してきました。



高知県仁淀川町の山間集落  
多くは古い地すべり地に立地する。

地震時の斜面崩壊は、地表から浅い滑り面を有する浅層すべり（通常の地すべり）と大規模深層滑りを伴う大規模崩壊も発生します。大規模崩壊は山腹斜面や尾根を含む山地部全体の崩壊現象で、滑り面が深く大規模であるのが特徴です。時として複数の集落を巻き込んで発生することもあり、地域全体の生態系にも大きな影響を与えます。高知県の河川上流では数百トンにも及ぶ巨岩が河床に普通に見られ、過去にこのような崩壊がくり返し発生してきたことを物語っています（写真右）。



高知県仁淀川上流域に見られる巨大  
転石（過去の山体崩壊のなごり）

### 4 津波が与える影響

津波の生態系に与える影響は、陸上を津波水塊が移動することによる沿岸の削剥、侵食、再堆積作用のほかに内陸に津波海水が長期間滞留することによる塩性化などが考えられます。ただ、津波は平野部から侵入しても山地境界で停止することから、影響は標高にして最大 30m程度の高度までに限られます。前述したように、現在の沿岸生態系は過去の津波来襲の結果、成立し変遷をとげて来たものです。近年の記録された昭和南海地震（M8.0）の津波は最大で 5m程度、安政南海地震（M8.4）は最大で 8m程度、過去 1,000 年間で最大であった宝永南海地震津波は最大で 15mとそれぞれ異なり、海岸からの津波の侵入エリアも異なります。特に海岸から山地までの距離が短く平野の面積も狭い高知県の場合は、宝

※ 斜面の崩壊は、重力の働く場においてさまざまな粒子間の摩擦力の低下に伴い発生する。この摩擦力の低下をもたらすものが、主に間隙水（降雨後に粒子間の間隙水圧力が高まると粒子間摩擦は低下）と震動（地震動が粒子を動摩擦状態にすると粒子間摩擦は劇的に低減し、粘着性がなくなり流動化）である。

永津波の記録で沿岸集落は「亡所」つまり消失し、「津波山マデ」と「谷陵記」に書かれてきた光景が広がっていたとすれば、それは正に平成23年3月東北沖太平洋側で観察された結果とほぼ同じであり、今後の高知県における沿岸環境の変化をあらかじめ考える参考になるものと思われます。実際の観察では、津波の高さが汀線付近で5mを越える場所にあった沿岸林はことごとく倒伏、破壊されているものの、5m以下の場所にあった人工沿岸林では多くの黒松林は残存しているように見えました（写真下）。併せて10m、15mの津波に襲われた沿岸部の様子も示します（写真下）。



汀線で約5mの津波高が観測された千葉県山武市蓮沼海浜公園の黒松植林（約15年生）（平成23年3月28日）

幅約30m長さ約2kmの砂防林は内陸への津波の侵入を止めたように観察された。



汀線で約10mの津波高が観測された宮城県亶理町の様子（平成23年3月30日）

木造家屋は破壊され、一部の田畑は浸食されて海水に浸り、一部では沿岸から運ばれた海砂で覆われた。



汀線で約15mの津波高が観測された宮城県女川町の様子（平成23年4月26日）

南海トラフを震源とする巨大地震はさまざまな災害をもたらしてきました。今後も災害発生に伴い、発生以前の生態系は短期的に大きな変動を被ることが考えられます。これまで地震動による影響や津波発生により沿岸低地の生態系に与える事象について述べてきました。ただ、山地斜面や沿岸低地は人間生活にとって重要な生活空間でもあり、人間により維持されて来た生態系であることも多く、少子高齢化が進行する中で大規模地震が発生し、沿岸集落の維持が困難になれば、それまで少なくとも数百年にわたり維持されてきた生態系そのものの維持が難しくなり、荒廃が加速すると考えられます。南海トラフ地震による生態系への影響は、自然災害としての地震や津波そのものより、その自然とともに生活を維持して来た人間社会が破壊されることによる影響のほうが大きくなる懸念されます。