

東日本大震災津波による河川汽水域への影響

—北上川河口を例として—



Impacts of the Tsunami of
the Great East Japan Earthquake on Riverine Estuary,
a case study: the Kitakami River Mouth

なかむらけいご
中村圭吾*
Keigo NAKAMURA

1. はじめに

東日本大震災による津波は、東北地方の太平洋沿岸地域を中心として甚大な被害を及ぼした。この津波は、人々の生命や財産を奪っただけでなく、この地域の自然環境にも大きな影響を及ぼしている。

生物の長い進化の歴史からみれば、この地域の自然環境は津波を何度も受けており、津波の影響は短期的には大きくとも大局的には影響は小さいと考えられる。しかしながら、以前同規模の津波を受けたと考えられる869年の貞観津波の頃と比較すると、河口域を含む沿岸域は、人間の開発によって大きく改変されている。「自然環境の影響としては、津波そのものよりむしろ、土地利用が進んだことによる、砂浜や湿地の孤立と分断が影響の方が大きい」¹⁾ という指摘もある。自然環境全般に言えることであるが、現代では人間のすみかや生物のすみかの緩衝地帯が狭く、小さくなっている自然災害が及ぼす自然環境への影響は、過去よりも甚大で、不可逆的となっている可能性がある。

東日本大震災の復旧が急がれることはもちろんであるが、その実施に当たっては可能なかぎり環境配慮が必要である。国土交通省では2011年の9月には「河川・海岸構造物の復旧における景観検討会」を立ち上げ、11月に「河川・海岸構造物の復旧における景観配慮の手引き」²⁾ を発出している。手引きの内容は、狭い意味での景観にとどまらず、生態系や地域性、サステナビリティの概念を十分に考慮したものとなっている。現地の復旧を中心的に進めている東北地方整備局においても、2011年11月には「宮城県沿岸域河口部・海岸施設復旧における環境等検討委員会」³⁾ を立ち上げた。それとともに、河口部を中心に河川水辺の国勢調査等の手法を用いて、前倒

しで一斉に調査するなど、まずはその影響の度合いや現状を把握することに努めている。

国土技術政策総合研究所の河川環境研究室では、これまで北上川や鳴瀬川の河川汽水域を中心に調査を進めてきた⁴⁾。本稿では、震災からほぼ一年が経過した2012年3月の北上川河口の調査結果を中心に、津波が河川汽水域の環境に及ぼした影響について、これまでの調査から分かってきたことについて紹介する。また、津波後の環境は大規模なかく乱からの回復期にあり、本稿はあくまでも速報的な位置づけであることを理解いただきたい。

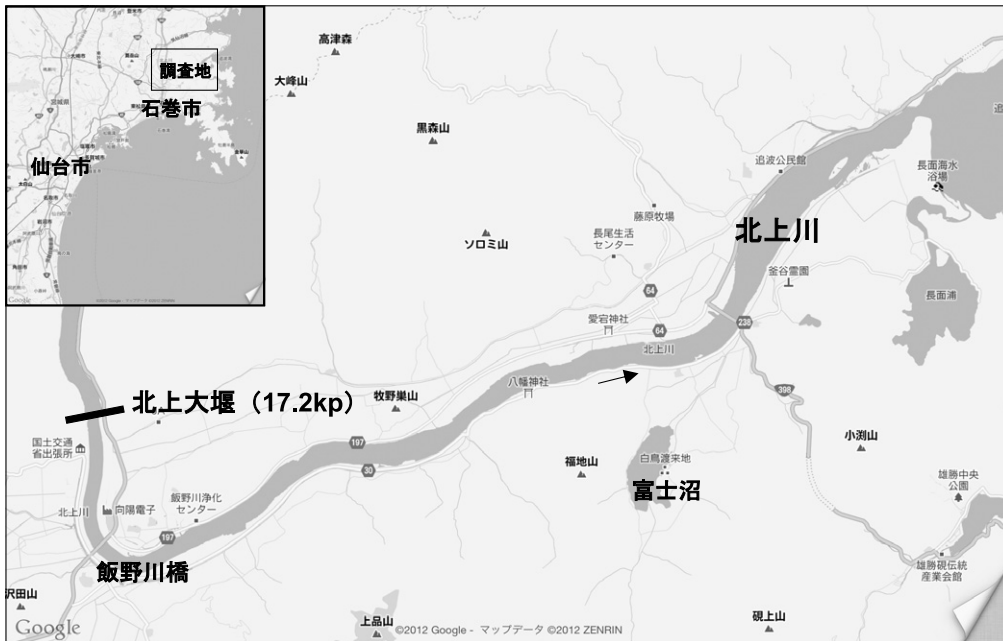
2. 調査地の概要⁴⁾

北上川は、幹線流路延長249km、流域面積10,150km²の一級河川であり、現在の汽水域は、明治44年から昭和10年にかけて実施された北上川第一期改修によってその原型が形作られている。北上川第一期改修では、柳津地区から飯野川地区（河川距離標15～25km付近）まで開削され、旧北上川から追波川に流路を付け替えるとともに、河道掘削によって追波川の河道拡幅がなされている⁵⁾。汽水域の上流端は、昭和54年に供用された北上大堰（17.2km）により潮止めがなされている。地震前の汽水域環境は、オオクグ群落が河岸水際を中心に自生していたほか、河口域を含む下流域では広いヨシ原が維持されていたことから、環境省による「残したい音の風景100選」に選ばれるなど良好な景観を有していた。

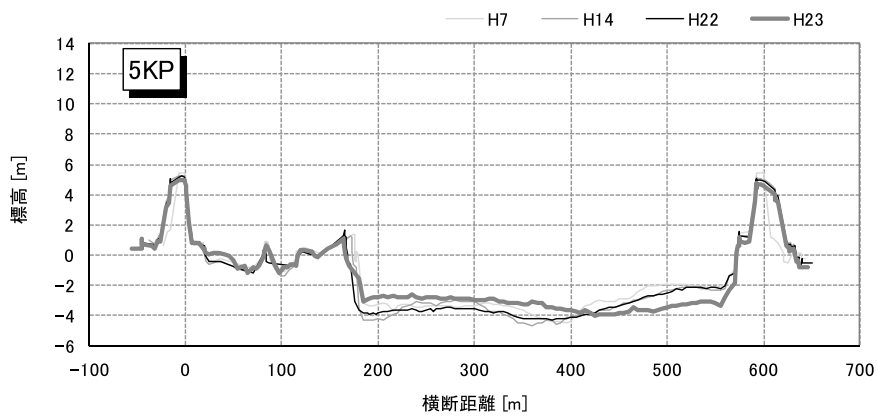
今回調査した範囲は<図-1>に示す北上川河口0kp（キロポスト）から北上大堰17.2kpの区間であり、調査は概略調査が2012年3月2日～4日、詳細調査が同年3月4日～9日である。調査項目としては、河道地形調査、植生調査、河道内堆積物調査を実施した。

* 国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室主任研究官

Senior Researcher, River Environment Division, Environment Department, National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT



〈図—1〉北上川河口の調査位置図



〈図—2〉河川横断地形の変化例（5kp）

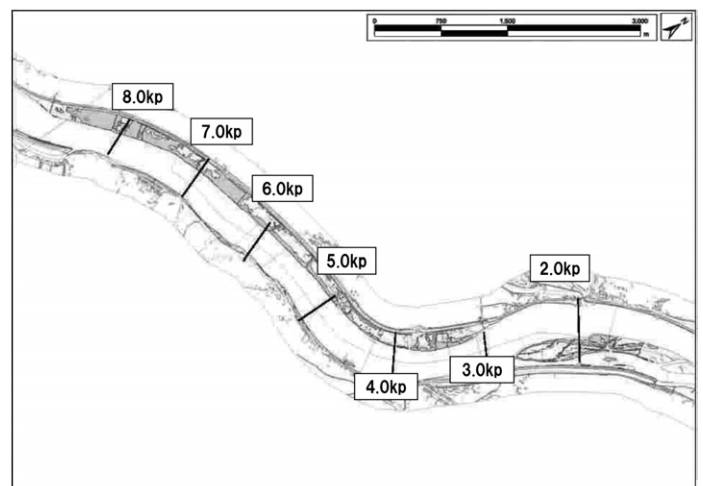
3. 河道地形への影響

被災前後の北上川の河川横断の例を〈図—2〉に示す。H23が被災後の断面であり、地盤沈降による影響は河口0kp～北上大関17.2kpまでの水準点の標高変位である0.601mを加算して表示してある。全体の傾向としては、小さなマウンドが削られ、やや深掘れしていたところに堆積するなど河道が全体に均された様子がうかがわれるが、著しい河道の変化は見られていない。

4. ヨシ原を中心とする植生調査の結果

(1) 概略調査結果

はじめに、植生の概略調査により植生群落の変化を把握した。植生が大きく変化していた被災後の2kpから



〈図—3〉被災後の植生(ヨシ群落)の分布状況(平成24年3月)

9kpまでの範囲の植生を〈図—3〉に示す（ハッチングで示す領域）。

被災前は、2kpから9kpまでの高水敷はほぼ全て植生に覆われており、その内訳は大部分がヨシ群落であり、高水敷辺縁部の少し高くなっている箇所には塩沼植生群落やオギ群落が成立していた。

被災後の調査では、確認された植生のほとんどがヨシ群落であり、塩沼植物群落は6.5kp付近に新たな群落が小規模に確認されたのみであった。

植生の消失や津波堆積物の存在など、右岸は0～9.4kpまで、左岸は0～8.8kpまで津波の影響を受けたと考えられる。特に津波の影響を大きく受けたと考えられる2kp付近の中州については、被災前のヨシ群落のほとんどが消失しており、中州の辺縁部等のマウンド部に一部が残っている程度であった（〈図—4〉参照）。

ただし、植生の概略調査の実施時期が冬季であったことから、枯死してからも地上部が残存しているヨシが確認しやすく、地上部が消失しやすい種や個体数が少ない種については確認ができていないことも考えられる。

（2）詳細調査結果

2.4kp付近と6.4kp付近において植生や堆積物の詳細調査を実施した。2.4kpは津波による侵食と堆積物、加えて地盤沈降による塩分濃度の変化が大きいと考えられる代表地点であり、6.4kpは津波による侵食と堆積物の影響は大きい、塩分の影響は小さいと考えられる地点である。

①2.4kp地点

〈図—4〉に震災前後の2.4kp付近の空中写真を示す。右図の2.4kpの詳細調査区域では、植生区分としてはヨシ群落のみが確認された。その他は、開放水面及び自然裸地であるが、自然裸地のほとんどは潮位が高い場合には水面となっている場所である。ヨシ群落は、中州の辺縁部や中央にある比高30cm程度のマウンド部に確認さ

れ、比較的標高が高い部分では「良好」な生育状況、低い部分では「やや不良」や「不良」な生育状況であった。

なお、平成20年度に作成された植生図では、これらのマウンド部にはオギ群落やオオクグ群落が成立していたが、本調査においてはオギやオオクグは確認できなかった。中州中央部は、被災前は一面ヨシ群落であったがこれらは消失していた。

②6.4kp地点

6.4kp詳細調査区域においても、植生区分としてはヨシ群落のみが確認された。その他は、開放水面及び自然裸地となっている。自然裸地のほとんどは潮位が高い場合には開放水面となっている場所であると考えられる。ヨシ群落は、堤防沿いや流路沿いの比較的標高が高い部分に確認され、満潮時でも水没しない箇所では「良好」な生育状況であり、標高が低くなるに従い「やや不良」や「不良」な生育状況となっていた。高水敷の中心部にはほとんど植生がなかった。

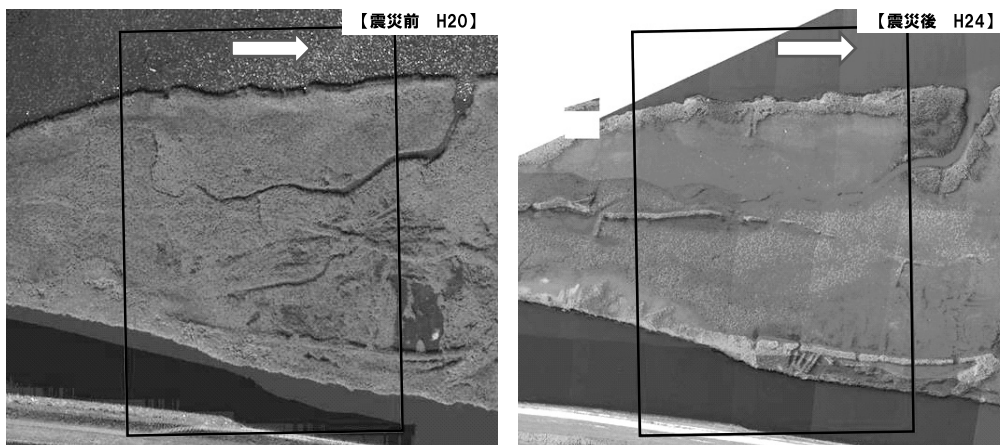
なお、平成20年度に作成された植生図では、流路沿いの高標高部は塩沼植物群落となっていたが、被災後はヨシ群落に変化していた。詳細調査区域の上流側に、車両の進入路があり、その進入路に沿ってオオクグ群落が確認された。オオクグについては平成24年6月の現地踏査時にも6.4kp付近において量的には少ないものの回復が確認されている。

5. 津波堆積物と地盤沈降がヨシ原に与えた影響

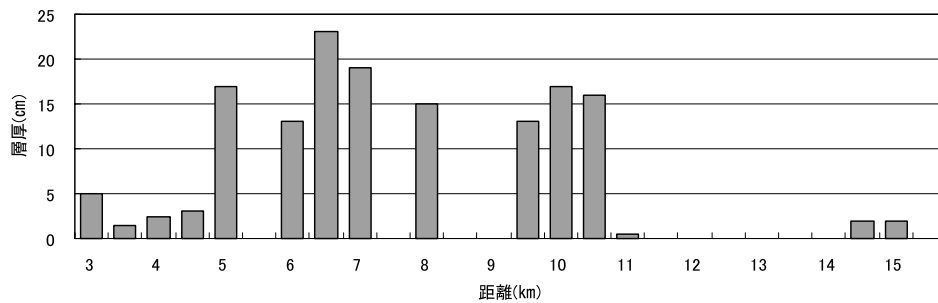
（1）津波堆積物の概略調査

概略調査時に調査範囲での津波堆積物を調べたところ、高水敷には津波等による堆積物が広く観察された。その層厚を〈図—5〉に示す。

津波堆積物は、5.0kp～10.5kpまでの左右岸の高水敷



〈図—4〉 震災前後のヨシ群落を中心とする植生（2.4kp付近）

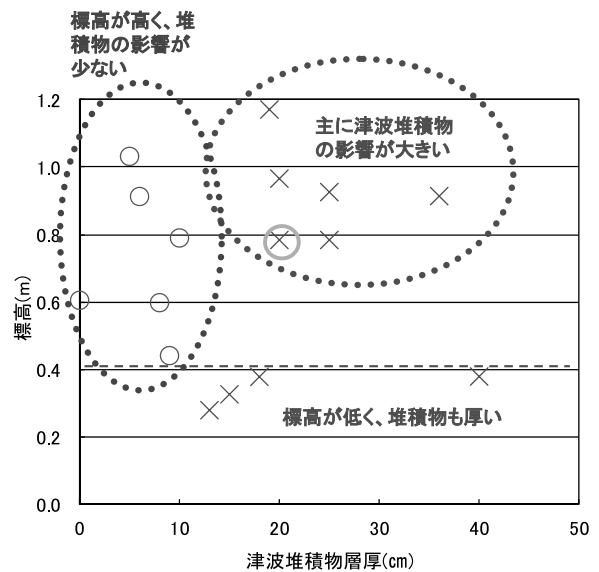


〈図—5〉高水敷の津波堆積物の層厚

において厚く堆積しており、中でも5.0kp～7.0kpの範囲で厚く、その最大層厚は23cmであった（概略調査時）。津波の来波回数については、グレーディング構造から推定した結果、堆積サイクルは5.0kp～7.0kpの地点で最大4回確認された。

一方、4.5kpより下流では、津波堆積物の層厚は減少していた。これは津波来襲時に、遡上する波と引き波がぶつかり流れが乱された可能性が考えられるが、詳細は不明である。

また、11.0kpより上流では津波堆積物はほとんど確認されなかった。これは、津波の遡上速度が低下し土砂を掃流する力が低下した可能性や、4波の津波のうちいくつかの津波がここまでは到達しなかった可能性などが考えられるが、詳細な原因は不明である。なお、津波堆積物が著しい10.5kpより下流の高水敷は、標高1.0m以下であり、最高潮位より下位であった。



〈図—6〉標高と津波堆積物層厚がヨシに及ぼす影響

(2) 津波堆積物の詳細調査結果とヨシ原

河川汽水域のヨシへの影響要因としては、津波による侵食や地盤沈降による標高や塩分濃度の変化、また津波堆積物による埋没が考えられる。これらの要因とヨシの関係について整理した。

2.4kpと6.4kpにおける標高と津波堆積物厚、ヨシの有無の関係を〈図—6〉に整理する。○が新芽の生長がみられる地点、×が見られない地点である。

2.4kp中州では、概ねT.P.0.4m以上であればヨシがみられ、T.P.0.4m以下であればヨシがみられなかった。これは、塩分濃度と堆積物により生長が阻害されていると考えられる。

6.4kp左岸高水敷では、いずれの箇所もT.P.0.4m以上であるものの、ヨシがみられる箇所とみられない箇所があった。T.P.が0.4m以上であるにも関わらず震災後ヨシがみられなかった場所については、津波堆積物が厚い、もしくは震災前のヨシ原地下茎が深い位置に存在しているなどの特徴がみられた。ただし、場所によっては、生育状態は悪いものの、非常に深い位置の地下茎からのヨシの生育がみられるものもあり、地下茎から再生については個体差も大きいと考えられる。

(3) 被災前後の地盤高の変化と植生

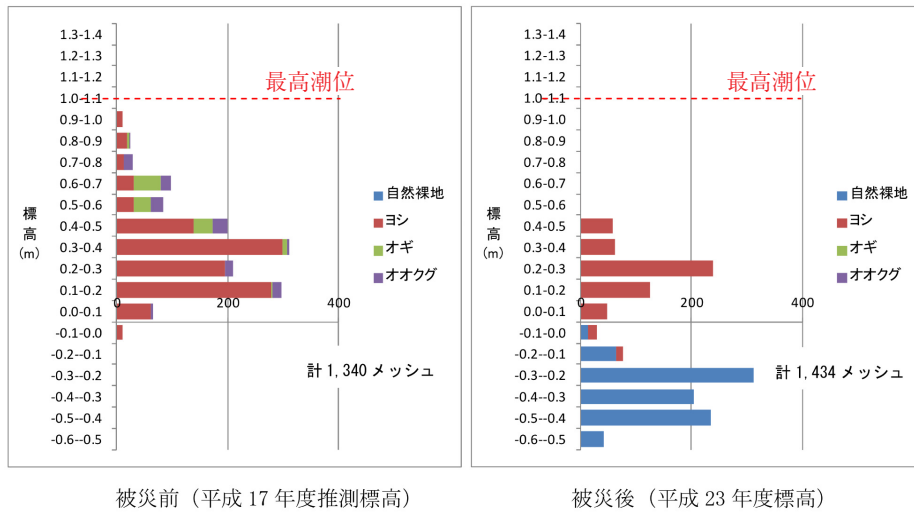
①2.4kp地点

植生の成立条件として、地盤高と植生の状況について整理を行った。2.4kp詳細調査区域における被災前後の植生変化について、自然裸地への変化を含めて整理した結果を〈図—7〉に示す。縦軸は標高、横軸は標高ごとの面積（調査範囲に設定した5m×5mメッシュの数）を表している。

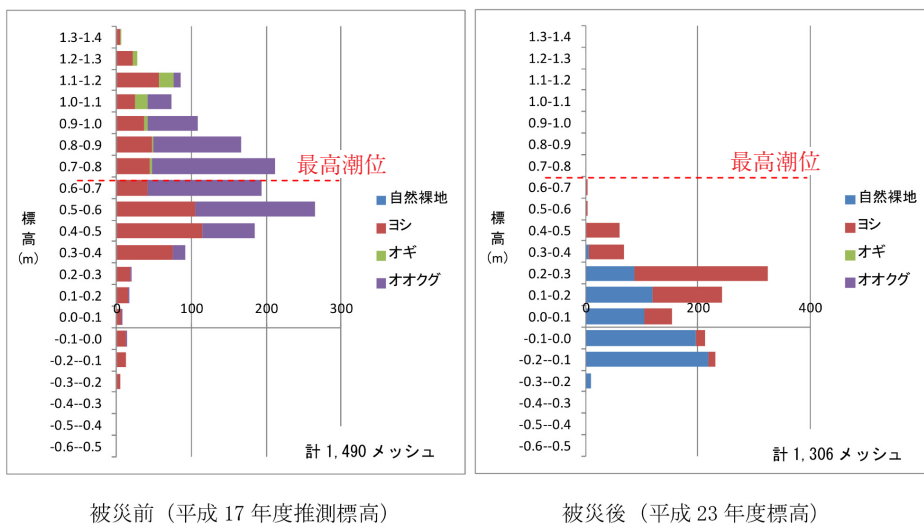
被災前の植生は、標高0.0mから0.5mまではヨシ群落が優占していたものの、0.2m以上で塩沼植生群落（オオクグ混り）が混生、0.4m以上でオギ群落が混生、0.6m以上ではヨシ群落より他の植生が優占していた。標高0.0m以下では植生がみられなかった。

被災後に確認された植生は、ヨシ群落のみである。頻度が高い標高は被災前には0.2～0.4m程度であったが、被災後には-0.5～-0.2m程度と0.6～0.7mほど低くなっている。また、高水敷が全体に地盤沈降したと考えれば、面積が大きい標高0.0m付近の植生基盤が消失しており、津波による侵食の影響と推定される。

現在、標高0.0m以上の範囲ではヨシ群落がみられるようになっている。しかし、0.0m以下の範囲では自然



〈図一七〉 2.4kp詳細調査区域における被災前後の標高と植生の関係



〈図一八〉 6.4kp詳細調査区域における被災前後の標高と植生の関係

裸地のまま、もしくはヨシが生育していても状況が不良である。今後、2.4kp付近において従来どおりヨシ群落の成立するためには、標高を0.0m以上とする必要があると考える。

なお、他の塩沼植生群落やオギ群落といった植生は、本調査では確認されなかった。しかし、今後、植生の遷移や種子や個体の移入により他の植生が成立していくことも十分に考えられる。これらの過程についても把握しておくことが望ましい。

②6.4kp地点

同様に、6.4kp詳細調査区域における被災前後の植生変化について自然裸地への変化を含めて整理した結果を〈図一八〉に示す。

被災前の植生は、主にヨシ群落と塩沼植生群落（オオクグ混り）であった。出現標高のピークをみるとヨシ群落は0.4～0.6m、塩沼植生群落は0.5～0.8mとやや塩沼植生群落が高い標高で多く確認されている。標高が1.0m以上となるとオギ群落の割合が高くなっている。震災後に確認された植生は、ヨシ群落だけである。頻度が高い標高は0.2～0.3mであり、2.4kp付近と同様、震災前と異なり標高の頻度分布が二極化していた。

2.4kp同様、0.0m以下の範囲では植生がほとんどみられない。また0.3m以下の範囲ではヨシもまばらかつ生育状況が不良である。しかし、地上部だけでなくヨシの根茎が残存または生育している状況を確認していることから、今後、徐々にではあるが、回復の可能性が考えられる。

なお、一部にオオクグやコウボウムギを確認している。群落として他の塩沼植生群落やオギ群落といった植生は、本調査では確認されなかったが、今後、植生の遷移や種子や個体の移入により他の植生が成立していくことも十分に考えられる。これらの過程についても把握しておくことが望ましい。

6. 自然再生のための留意点

北上川河口のヨシ群落については、津波により大規模に侵食され、その面積は半減している。特に地盤沈降により植生基盤が低くなり、被災前よりも塩分濃度が増した0kpから4kp～5kpあたりまでは、塩分の影響により現状ではヨシの生育は難しいと考えられる。これらの影響を取り除くには高水敷を盤上げする方法が有効であろう。

一方、5kpより上流では塩分の影響は致命的ではないものの、津波堆積物の影響が大きいと考えられた。この区間においては、長期的にみれば、縁辺部や上流に残るヨシ原から徐々に回復すると考えられるが、ヨシが産業に利用されている地域でもあるので、迅速な回復が望まれる。幸い数十センチの津波堆積物の下には、被災前のヨシの地下茎が残存しているので、地盤をひっくり返すなど簡易な方法で、ヨシの回復を促進することは十分可能と考えられる。地下茎には寿命があるので、急ぐ必要があるが、ヨシの回復を急ぐばかりに、貴重な動植物の生息・生育場の環境を破壊することがあってはならない。現状を把握しながら、なるべく影響の小さい方法を考えて実施すべきである。例えば、地下茎を活用してスポット的にヨシ原を回復し、そこから拡大させるなどの方法が考えられる。

7. おわりに—災害復旧における自然環境の保全・再生をどう考えるか

災害復旧においては、被災者の生活や地元の経済活動がもとに戻るよう一刻も早く復旧することが重要なこととは言うまでもないが、それと同時に貴重な自然環境や地域をつくってきた景観にも十分配慮する必要がある。

河川分野では、すでに「多自然川づくりアドバイザー」制度として、その取り組みが実施されている。大規模な災害復旧を実施する際にアドバイザーが現地に入り、地元の国交省の事務所や都道府県の職員と現地を確認したのちに、環境や景観の観点から計画に対し助言するようになっている。この助言により、地域の貴重な生態系や景観が守られるなど効果が出ている。

今回は未曾有の大災害であるが、地域の復興まで考慮した場合には、後世に残すべき自然環境や地域の景観の保全は重要である。災害のインパクトが大きかった分、そこからの回復も時間のかかるものとなる。事業者側としては、復旧・復興を急ぐ一方で、環境モニタリングも並行して粘り強く実施し、環境への影響を極力抑える必要がある。

沿岸地域の住まい方を再検討し、過去に失ってきた人間と自然の緩衝地帯の復活も考慮したまちづくりを実施することが、環境と防災の両面から必要なのではないだろうか。

参考文献

- 1) 永幡嘉之：巨大津波は生態系をどう変えたか，ブルーバックス，講談社，2012。
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局：河川・海岸構造物の復旧における景観配慮の手引き，2011 (http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/hukkyuukeikan_tebiki/index.html，2012年9月30日確認)。
- 3) 国土交通省東北地方整備局ウェブサイト：<http://www.thr.mlit.go.jp/bumon/b00037/k00290/river-hp/kasen/shinsaikanren/data/06iinnkaitou/newpage1.html>，2012年9月30日確認)。
- 4) 遠藤希実，大沼克弘，天野邦彦：東北地方太平洋沖地震に伴う地盤沈下が汽水域植生に与える影響の分析，河川技術論文集 第18巻，pp.53-58，2012，(http://www.nilim.go.jp/lab/dbg/pdf/201206_53-58.pdf，2012年9月30日確認)。
- 5) 国土交通省東北地方整備局：治水事業の経緯，北上川水系河川整備基本方針，p.4，2006。