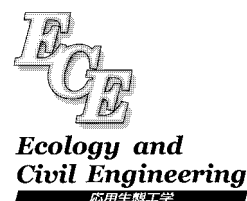


意見 OPINION**東日本大震災において応用生態工学の果たす役割**

角 哲也*・竹門 康弘

京都大学防災研究所 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄

Tetsuya SUMI* and Yasuhiro TAKEMON: Contribution of the Ecology and Civil Engineering Society to the Great East Japan Earthquake. *Ecol. Civil Eng.* 14(1), 75-79, 2011.*Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Gokasho, Uji, Kyoto 611-0011, Japan*

Abstract: Three months have passed since the Great East Japan Earthquake occurred. Public infrastructures were largely destroyed by the extreme tsunami. In these affected areas, it is reasonable to consider the grand design of the new land use and public infrastructure rather than restoring to the original state from the viewpoint of disaster prevention. In reconstruction from the Tohoku earthquake, the rehabilitation plan by changing the traditional idea from the long-term view is required that can reduce the damage in case of the next disaster. It is also necessary to reconsider the relationship between environmental conservation and rehabilitation projects. In the coastal region, significant environmental change has been already caused by the tsunami and land subsidence. Leaving a wide habitat in these rivers and coastal areas which will improve the ecological integrity can truly increase motivation and effectiveness of rehabilitation by improving fishery production and tourism value. Therefore, it is necessary to identify, in advance, high potential areas where biodiversity and ecological functions for material cycling will be increased, and reflect them for reconstruction master plan. In this paper, based on the above idea, issues to be discussed in the Ecology and Civil Engineering Society are presented for the reconstruction from the Tohoku earthquake and Tsunami.

Key words: Great East Japan Earthquake, Tsunami, rehabilitation, disaster prevention, ecological integrity

はじめに

東日本大震災から3ヶ月が経過したが、津波によって公共基盤が一掃された被災地では、これまでの災害復旧の域を大きく超えた事態となっており、復興のために長い年月を要することが避けられないのが実状である。戦後の日本における災害復旧事業では、現状復帰を基本としている。原型に復旧することが不可能な場合にも、従前の効用を復旧するための措置をとることが法的に求められている。また、事業実施が特定期間内に限られている

る。これは、被災地の生活を速やかに回復するためには有効な規定ではあるが、自然環境保全の観点から施設のあり方を見直す必要があった場合にも災害復旧の枠組みではそのような余地なく工事が進められることになる。しかし、繰り返し災害が起こる場所であり、かつ、人口減少が著しい地域においては、道路や堤防などの施設を元通りに復旧するよりも、現状の効用そのものを見直して、必要に応じて大胆に変更する方が良い場合も少なくない。この度の東日本大震災では、防災の観点からも元通りに復旧するよりも新たな土地利用や公共基盤施設のグランドデザインを検討することが合理的であることが明らかであり、そのための法的整備や社会の仕組みを検

2011年6月18日受付, 2011年6月22日受理

* e-mail: sumi.tetsuya.2s@kyoto-u.ac.jp

討することが求められている。

日本の経済や人口が右肩上がりの成長時代には、集約的な土地利用への社会的要請が高まった結果、ひとたび想定以上の規模の自然現象が起きたときにはむしろリスクの高い社会になってしまっていることは否めない。堤防などの防災施設の設計思想は、想定されるある規模の流量や波高までを制御するものであって、それ以上のものが来たときには被災を前提とした対応が必要となる。淀川水系流域委員会(2008)は、河川整備計画に際して「治水安全度を洪水流下能力だけでなく被害軽減能力で評価し対策する方針」への転換を求めた。東日本大震災の復興では、まさにこの転換が必要であり、長期的な視野に立って次の被災時に被害を軽減できるような復興計画が求められる。そのための評価軸の提案や具体的な対策の提案は工学系の研究者に課された課題といえる。

復興事業と環境保全の関係についても見直しが必要である。上記のように集約的な土地利用に汲々とした前時代には、公共事業と環境保全とは対立図式になりがちであったが、被害軽減を志向する復興方針では、河川や海岸に生物の生息場を広く残し、生態系の健全性を高める方向性と相容れるものが多い。東北地方の海岸域では、今回の津波と地盤沈下によって大きな環境変化が生じており、むしろ、生態系の健全性を高める対策こそが水産物の生産や観光価値の向上を通じて復興の動機や効果を高めることに繋がると考えられる。そのためには、災害復旧事業ありきで環境保全にアセスメント的に配慮するという従来型の考え方から脱却して、生物多様性や物質循環の生態系機能を高めるポテンシャルが高い地域を予め特定し、これを出来る限り復興計画に反映していくことが必要である。生物の生活要求と人間社会の要請の双方を対等に扱うことに躊躇の少ない応用生態工学は、このような社会的要請に応えるのに最適な科学分野であり、学会として、被災地の生活者が元気になる復興のために如何なる貢献できるかを真摯に検討する必要がある。

本稿では、以上の考え方にに基づき、東日本大震災の復興に向けて応用生態工学が検討すべき課題についてとりまとめた。ここでは、現時点で想起される課題を列挙したにすぎず、個々の課題については、それぞれの専門分野からより踏み込んだ検討が行なわれることを期待する。

応用生態工学会の役割と課題

洪水、地震、火山噴火、津波などによって社会基盤が

破壊されて復旧や復興が必要になったときに、広い意味での生態系の摂理に基づいた土地利用や施設管理のあり方を提言することが求められる。例えば、河川の激甚災害対策緊急特別事業として実施された宮崎県五ヶ瀬川水系北川の事例などがあげられる。このような役割がいつ求められてもよいように、各種被災時における復旧や復興計画の方針や具体的な対策の選択肢を予め検討しておくことが必要である。そのためには、応用生態工学会の一分野として、大規模災害に伴う復旧・復興時における応用生態学的アプローチに関する研究の促進を図ることが必要であろう。その際、応用生態工学として検討すべき課題として以下のものが挙げられる。

対象地域の果たしている生態系機能の評価

復興の必要な地域には、森林生態系、草原生態系、河川生態系、海岸生態系、内湾生態系などの各種生態系要素のいずれかが存在しており、地域全体の生物多様性や物質循環系の中で一定の機能を果たしていると考えられる。その実態を正確に把握することは至難の業ではあるが、既存資料からでもよいので、復旧・復興事業に先立って、この観点からその地域の生態系の健全化のために、とくに考慮すべき生態系について検討することが必要であろう。そのために、東北地域の各地域生態系の情報を、大学研究機関、コンサル会社、地方整備局、県市町村の関係部署から収集してデータベースを作成する事業が有効である。

生態系からみた被災地の現状評価

今回の災害による影響を整理すると以下ようになるであろう。

- ・津波による広域かつ一時的な海水湛水による土地および地下水の塩分残留
- ・地盤沈下に伴う安定的な河道内水位の上昇(図1)および塩水遡上に伴う河道内および地下水帯水層への塩分浸入
- ・堤防沈下や河川の水門や排水施設の被災に伴う堤内地の洪水リスク増大
- ・津波に伴う沿岸域の防風林や沿岸植生の破壊、海岸砂丘の消滅、沿岸海底地形の変化

土木学会地球温暖化対策特別委員会(2009)は、地球温暖化に伴う長期的な海面上昇により、地下水や河道に対する塩分浸入のリスクを指摘している。今回の地震に伴う最大70cmにも及ぶ地盤沈下は、わずか1イベントによって、100年スケールの温暖化と同等な影響を沿岸域にもたらしたことになる。

そこで、従前の対象地域の生態系の特性を踏まえた上



Fig. 1. Continuous flooding in the river channel by land subsidence (Downstream of Kitakami river)
地盤沈下に伴う河川敷の安定的な湛水状態の維持(北上川下流域)

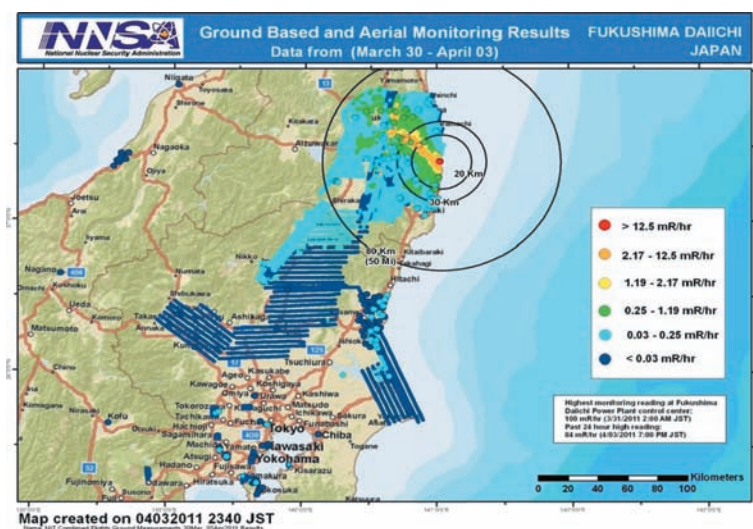


Fig. 2. Accumulated radiation map around nuclear power plant (March 22 to April 3) Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA)
原子力発電所周辺の放射能汚染分布図 (3月22日ー4月3日).
原子力安全保安院 (NISA).

で、これらの影響によってその地域の生態系がどのような現状に変わっているかを把握することが必要である。例えば、津波に抉られてできた低湿地や地盤沈下によって浅い海に変わった場所には、新たな干潟が形成されることが期待される。一方、もともと保全対象になっていた干潟が土砂堆積によって陸地化してしまった場所にも海浜植物群落の新たな生育地の可能性が期待できる。逆に、塩水の侵入によって壊滅的な影響を受けた淡水域や陸域生態系もあるかもしれない。これらの現況を調査する必要がある場合には、学会が組織的に地元と連携して調査を分担するなどの貢献策が考えられる。ただし、被

災直後の現況調査については、時間的に余裕はないので、フットワークの軽い対応が求められている。

被災地の社会的な現状評価

被災の結果生じた土地条件の変化は、これまでの土地利用や産業活動を前提にすれば、その継続のために支障を生じさせるものがほとんどであると思われるが、その中には、現状復帰を前提としなければ特定の土地利用目的にとって有利に働くものもあり得る。従って、地盤沈下のような地域スケールで条件が変化した土地については、現状復帰を前提としない柔軟な土地利用の可能性を評価する必要がある。

土木学会地球温暖化対策特別委員会(2009)は、温暖化に伴う沿岸域の適応策を、防御、順応、撤退に大別している。防御は、温暖化の影響を堤防や護岸の天端の嵩上げなどの構造物対策で防ぐことである。一方、順応とは、浸水などが起こっても被害にならないように生活様式や利用方式を工夫することであり、高床式の住居や、ハザードマップによる避難体制の整備などが含まれる。これに対して、住居がない地域や人口が極めて希薄な地域では、防御することなしに撤退し、自然に任せて高潮や海岸侵食を受け入れることも可能性の一つとしている。今回の震災では、人口減少の中で復興予算が限られている状況では、この第3の選択肢に該当する地域をいかに見極めるかが重要な観点となる。特に、撤退オプションにおいては、土地利用の変更・規制(緩衝帯の設置、遊水池などの設置、住居などの移転)が必要となる。

被災地の環境変化のモニタリング

復興事業の推移に応じて、環境の変化をモニタリングし事業効果を評価することによって復興計画の見直しや方針変更を検討する場面も必要となる。そのために、現況調査に引き続き、学会が地元と連携して作業を分担することが考えられる。モニタリングと事業の進捗点検については、長期的なスパンで継続することが求められるため、東北地方に常設の機関を構築することが望まれる。

具体的対策案の検討

生態系機能の維持、向上、創出に向けた各種対策を項目として列挙し、可能な限り復興計画の検討項目に位置づけられるよう具体的に提案することが望ましい。

○漁業生産の向上

津波の影響で出現した干潟や遠浅海岸を現状のまま放置して保全することによって、漁業生産の場や有用魚介類の繁殖場や成長の場として活用する。その地域で元来生産されている水産物以外にも、ポテンシャルのある水産有用種の情報を集めて、技術移転などを含めた可能性を検討する。なお、他地域からの種苗を導入する場合には、病気対策などに留意する必要がある。

○洪水氾濫原、遊水地、遊水池

河川沿いの低湿地は河道と流域の間に横たわるエコトーンとして環境価値が高く、またそれらの土地がもつ遊水機能は洪水防御に多大な貢献が期待できる。また、河川の健全性を維持するためには洪水攪乱が必要であり、大規模災害は、このような空間を社会的合意のもとに新たに創設するまたとない好機と捉えることができる。

欧州では、2002年のドナウ川やエルベ川の洪水を契機に、従来型の治水対策の限界が認識されたことから、河

道空間の拡大(room for the river(欧州の主要河川流域で進められている河道空間に余裕を持たせて一時的な洪水貯留を促進するコンセプト))、分散型洪水調節機能の配置、氾濫区域内の土地利用管理の重点化が進められ、氾濫区域内では宅地開発の禁止や農地利用の規制が行われるほか、湿地や緑地としての土地利用の維持が指向されている。

日本においては、従来、公共事業として整備されている遊水地のほとんどは築堤によって囲われた施設として位置づけられ、完全買収あるいは地役権が設定されているが、今回の被災地関連では、より私権を残す形での土地利用の継続も検討する必要がある。具体的には、河川に近接した農地(水田)を防災と環境保全の双方の観点から遊水保全区域に指定し、土地の所有に制限(農地嵩上げ規制等)をかける代わりに補償費を与える方法が考えられる。これらは、減災的な観点から土砂や流倒木のポケットとしての位置づけも可能である。

○生態系の仕組みに対して合理的な土地利用計画

流域と海洋を一体的に捉えて、各生態系間の生物多様性、生物間相互作用、生物生産、物質循環の関係を健全化する観点を踏まえて、防災・資源利用・環境保全の要請を総合的に検討する計画が望まれる。現実的な制約が多々あるにしても生態系の仕組みに合理的な土地利用計画を描くことから始めるべきである。

○防風林、防潮林

防風林や防潮林を幅広く整備する。大津波の場合には、海岸沿いの防風林や防潮林は破壊されるので、内陸側に第2防衛ラインとなる緑地を設け、津波で破壊された流倒木やがれきの濾過機能を期待する。

○生態系ポテンシャルマップ

土木学会や水文・水資源学会等では、地盤沈下によって洪水リスクや高潮リスクが高まった地域を対象に、浸水ハザードマップの作成計画が進行している。応用生態工学学会では、これらのマップ上に生物多様性や生息場ポテンシャルの情報を上書きすることによって、環境計画の策定に寄与することが期待される。

○復興支援施設の設置

現況調査ならびにモニタリング調査などを支援するために、ほったて小屋でも構わないので現地拠点施設を整備する。全国の研究者や専門家が調査のお手伝いをする際に、調査道具、機材、サンプルの保管場所として活用できることが望ましい。

○現地ワークショップの開催

上記のような取組みの必要性を訴えるためには、まず

は応用生態工学仙台が中心になって応用生態工学現地支援ワークショップの開催を企画することが望まれる。

○福島原発災害の影響調査

一方、福島原発災害による放射性物質の漏出については、国内では前代未聞の規模であり、その生態系影響は未知数である。原子力安全保安院が示した原子力発電所周辺の放射能汚染分布図（図2）によれば、沿岸部のみならず内陸部の40-50 km 圏内の広範囲に汚染が広がっており、拡散した放射性物質の放射線がこの地域の生態系に及ぼす影響については、改めてモニタリング調査を行なう必要がある。

応用生態工学会としてどのような貢献が出来るかについて検討する必要があるものの、これまで本学会であまり扱ってこなかった課題であり、すぐに貢献の見通しを語れる段階にはない。しかし、放射能汚染の生態系影響の主要なものとして、各種生物の遺伝子の損傷を通じて個体群の様々な特性が変化することが考えられる。現状ならびに今後の線量によって、どのくらいの影響が生じるかが不明ではあるものの、現時点でできることの一つとして、汚染地域の生物標本をできるだけ多く採集しておくことがある。例えば今年の春までに幼虫や成体となった水生昆虫や魚類であれば、その遺伝子組成は被曝前のものであることは明らかであるので、今後の遺伝子の変化を調べる場合の基本情報として必要な試料になるであろう。

おわりに

この2年間、イタリアのタリアメント川で海外学術調査を行なう過程で欧州の研究者と河川管理の課題について議論する機会が増えた。その結果、欧州の河川生態学者や河川地形学者は、実は日本ほど土木工学との連携機会が多くないことが分かってきた。欧州では、生物多様性保全のために国際的な種保全制度や生息場保全制度が発達している点では先進的である。ただし、地域の公共事業に対してはそれぞれが保全のための制約として機能するものであり、土木事業の制度自体に対応しているわけではない。この点、日本の土木工学には生態学と連携した計画や技術の発達を推し進める素地ができつつある

点で世界的にも先進的であるといえる。従って、東日本大震災の復興計画の策定および実施を通じて、両分野の実効性のある連携や協力の実例を示すことができれば、世界の先例としての意義が大きいと考えられる。

最後に、今回の東日本大震災は、未曾有の災害規模や範囲であることから、長期に渡る復興活動の担い手が必要であり、単に復興のために経費を増やせば済む図式にはならない。復興計画は実現可能性がなければ意味がないが、現場の生活者にとっては、将来を楽しみにできる計画であってこそ復興のための努力の継続が可能となるのであって、夢のある計画であることが重要である。なお、1993年釧路沖地震の復興の際には、標茶町の下水道が復旧しなかったために、釧路湿原に汚水を流すことを快しとしない住民の理解で上水道の使用が控えられた（林・亀田 1993）。このように、災害復興と環境保全の両立を図るためには、復興にかかる時間コストが増大する場合が想定され、被災者の理解無くしては成立しないことに留意する必要がある。

1970年の大阪万博の頃には、人工的な都市生活を享受できる社会基盤整備が夢であったが、その夢の追究の結果、今やいずれの地方でも都市化が進み、自然を利活用する文化が廃れてしまった。今世紀に入って、その反動の時期を迎えているとも解釈できる。今や、地元で捕れる魚介類や地元で収穫される野菜、海草、山菜を自慢して食することのできる地域社会を復興することが計画の目標として求められる時代となっており、応用生態工学はその新たな夢の実現に貢献することが期待されている。

引用文献

- 土木学会地球温暖化対策特別委員会（2009）土木学会地球温暖化対策特別委員会報告書「地球温暖化に挑む土木工学」、平成21年5月。
- 林春男・亀田弘行（1993）環境問題に配慮した災害復旧—1993年釧路沖地震の際の標茶町の水道被害—。地震工学研究発表会講演概要 22: 443-446。
- 李国英・芦田和男・澤井健二・角哲也（2011）生命体「黄河」の再生。京都大学学術出版会、京都。
- 松井三郎ほか（2005）環境と防災連携型の技術と制度。平成17年度土木学会重点課題研究報告書。
- 淀川水系流域委員会（2008）淀川水系河川整備計画策定に関する意見書。平成20年10月16日。