

空間ダイナミズムとリスクマネジメント に関する一考察

鈴木信行¹・小山和雄²

¹正会員 工修 (財)日本建設情報総合センター 主任研究員 (〒107-8416 東京都港区赤坂7-10-20)

E-mail:suzukin@jacic.or.jp

²(財)日本建設情報総合センター 主任研究員 (〒107-8416 東京都港区赤坂7-10-20)

E-mail:koyamak@jacic.or.jp

インフラストラクチャーの整備や情報網の拡大に伴い、生活利便性の向上及び活動空間の領域拡大が図られてきた。その反面、多種多様にわたるリスクが介在するようになり、また、安全性の向上に伴いリスク認知の低下も進んできた。ひとたび損失を生じるような事象が発現した場合、既往のリスクマネジメント手法では適切な対応がとれず、損失の拡大する可能性が高い。また、人間活動に伴うダイナミックに変動する情報によりリスクポテンシャルも変動していると考えられる。

本稿では我々の活動空間を国土システムの5層モデル¹⁾とし、そこに介在する各種のリスク層に対しGISを用いて表現し、行動の柔軟性を考慮したリスクマネジメントの必要性を提言するものである。

Key Words: hazard, disaster, risk managements, spatial dynamism, GIS,

1. 研究の背景と目的

(1) 研究の背景

近代社会の発展は、情報伝達の時間的早さと空間の広がり方、そしてその確実性の進歩に依存していることが多い。データ伝播の早さやデータの蓄積能力は電子科学の発展に拠るところである。我々土木技術者は、情報の伝達網の構築や情報資源を生む人間活動の場である都市空間を構築してきた。そのような都市空間を支えているものが社会基盤であり、社会基盤は社会環境(社会制度)の基に成り立っている。これら全てを支えているのが自然環境である。そしてこれは国土システムの5層モデルと定義されている¹⁾。これら5層に分けた国土を構成する各要素間のバランスを保ち、全体の整合性を確保するために、この5層間を結びつけるインターフェイス機能として情報が重要な役割を果たしている。

国土システムはモデル化すると5層に整然と区分されるが、現代社会は各要素が複雑に混在している。したがって、このような要素間を結びつける情報も複雑な径路を伝達している。

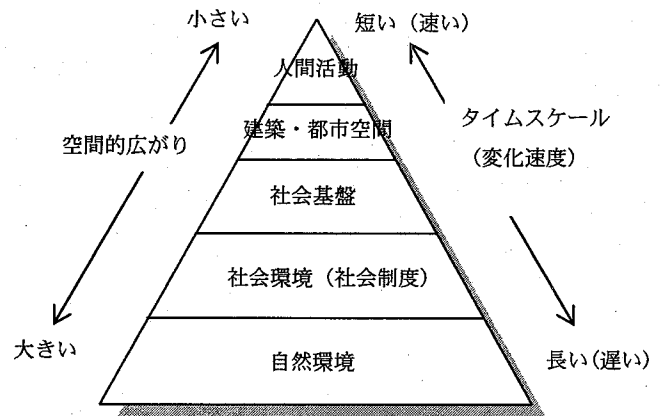


図-1 国土システムの5層モデル¹⁾

(2) 本研究の目的

情報網は毛細血管のように広がっており、国土システムの各層におけるリスク情報も伝達されている。それを適時・適切に捉えられれば、効果的にリスクをマネジメントすることが可能である。その反対にリスク情報を見逃してしまったり、情報網が断絶されたりするとリスクポテンシャルは増幅する可能性が高い。すなわち、リスク情報を特定し、定量化し、その対策を事前に考慮してリスクに対応するリスクマネジメントは、事象が発現した場合を想定した情

報の適時性、空間性、伝達性というパラメーターに依存していると考えることができる。リスクマネジメントは、可能な限りの損失シナリオの想定と共に、対象事業や地域などの脆弱性認知と事前の対策による事業損失管理を行うこと、周辺の安全管理、環境保全管理等の社会的損失管理に対しても重要である。

本稿では社会資本整備におけるリスクと情報に視点を当てて、ダイナミックに変動する多種多様な要因に対する行動の柔軟性を確保する新しいリスクマネジメントシステムの方角性を提言するものである。

2. 社会資本整備と行動の柔軟性

現代社会は、20 世紀における社会資本及び情報網の整備とそのサービスの多様化により利便性を享受している。公共財の耐震性改善や治水対策等の促進にもかかわらず、自然災害による被災頻度と直接経済損失の総和は過去 50 年間増加の一途である²⁾。特に都市部においては人口や資産の集積が進み、リスク発現の複雑化とリスク認知の低下、リスクの潜在化等によりリスクポテンシャルが増加している。さらに情報化の進展と共に脆弱性が増幅されている。

また、JACIC 情報によれば「公共性の強い社会資本整備においては、社会的損失を発生させる要因をリスクと捉えるならば、リスクが発現した際には社会機能は低下し、機能不全による社会的影響は広範にわたり、その規模が大きくなる場合には、社会的損失は最後には国民に帰属する。」³⁾と提言している。運用までに長時間必要な社会資本においては、固定的な損失シナリオでは、社会経済環境や自然環境の変化などへの適切な対応が困難であり、ダイナミックかつ柔軟に対応することをリスクマネジメントに導入する必要がある。このような基盤として、社会システムを時空間的に俯瞰できる GIS の活用が有効である。

3. GIS を用いたリスクマネジメント

(1) ハザードとリスク

学術的な裏付けの基に人間の生命や経済活動にとって好ましくない自然現象の起きる可能性を示しているのがハザードであり、これはリスクではない。通常を超える自然現象が生じて、人間が活動していないような状況や資産・財産が少ない場合、リスクポテンシャルは低いと判定できる。ハザードとリスクを明確に区別して考察することにより、明快な

リスクマネジメント論理の展開が可能となる。すなわち、「場」における一定のハザードに対して人および資産の時系列変動により、リスクポテンシャルも時系列的に変動すると考えられる。この変動するリスクを的確に捉え、柔軟な対応行動により統括的な絶対損失のコントロールを要求されているのが現代のリスクマネジメントである。

(2) 情報とディザスター

ひとたび損失が生じるような事象が発現した場合、事前に想定していた損失シナリオとはかけ離れた事態になることが多い。その大きな要因の 1 つとなっているものに『情報』がある。『情報』の質、量、速度などにより被災の程度が大きく影響を受ける。すなわち、人間活動を支える国土システムの 5 層の連結インターフェイスである『情報』が損失量を左右していると云える。これは、阪神・淡路の大震災の教訓や名古屋の河川氾濫災害、最近では新潟・福島の大豪雨災害等多くの事後調査資料からも裏付けられている⁴⁾。災害事象が発現した直後に「リスク」が「ディザスター」として発現していく過程で、ディザスターの規模・程度が『情報』を主としたパラメーターとなっていると考えられる。

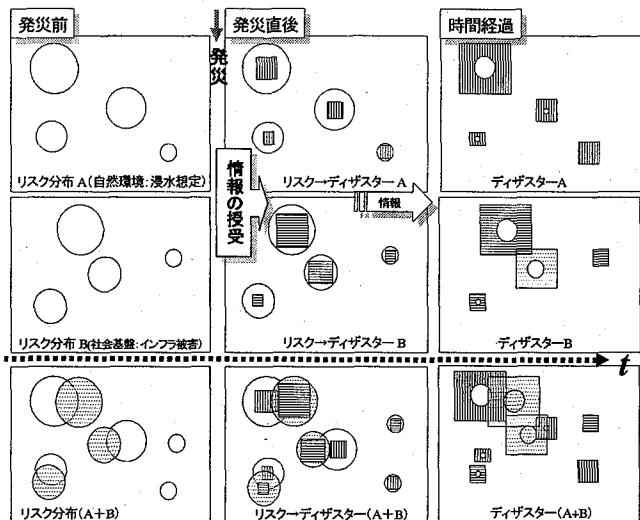


図-2 リスクとディザスターの関連

仮想時空間でのリスク分布が時間とともにディザスターへと変容する際に、図-2 で示したようにリスクとディザスターは全て座標位置が同じである。各層のリスクおよびディザスターを位置情報という軸をとおして重ね合わせることにより（図-2 の最下段）、複雑な構造を持った国土システムにおいても、リスクポテンシャルの把握が容易となる。また、発災直後に全てのリスクがディザスターに変換されるのではなく、時間の経過と共にダイナミックにリ

スクがディザスターへと変容する。そして、時間の経過と共に情報の質、量、速度が向上することは一般的であり、災害現場などにおける情報の収集・分析の程度により、二次災害等を含めたリスクポテンシャルが変動する。社会資本整備においても時間スケールの違いはあるものの、リスクマネジメントにおける空間情報のダイナミズムが重要な要因であると考ええる。

(3) リスクマネジメントにおける行動の柔軟性

リスクマネジメントの手段は、リスクコントロールとリスクファイナンスに大別される。リスクコントロールは、損失の回避、軽減方策に分類される。例えば、損失の回避は洪水で河川が氾濫して損失する被害よりも、堤防を築いて防災する費用の方が低い場合に採用される。被害軽減方策はミティゲーション等、災害によって発生する損失の程度を小さくする行為である。他方、リスクファイナンスは、災害に備えて貯蓄しておくことによりリスクを保有したり、保険等を購入してリスクを移転する手段である。

高度化・複雑化した人間の活動空間においては、平常時においても、また、リスクがディザスターに急激に変わりつつある緊急時にも、リスクポテンシャルは変動し続けている。したがって、定常的な損失シナリオを基準に実施するリスクマネジメントでは適切な対応が困難となる。そこで、変動する損失シナリオを的確に捉え、リスクマネジメントに行動の柔軟性を適用することが重要である。

(4) GISリスクマネジメントモデルの提案

社会の複雑化・国際化などに伴い多様な価値観や生活スタイルが生まれ、それに伴い多種多様なリスクが顕在化してきている。例えば、環境リスク、自然災害リスク、社会経済活動に伴うリスク、コミュニティリスク、労働災害リスク、先端技術リスクなどさまざまなリスクが、それらに対応しなければならない。リスクを定量化する際、損失期待値の総和として簡略化できるが、これら多種多様なリスクを同一の評価軸で管理することは困難が伴う。そこで、図-3に示すようにGISを用いて国土空間基盤の各層に潜在する多種多様なリスクを空間尺度(S)のレイヤー毎に重ねてデータベース化することにより統括的に評価することが可能である。そして、空間的な広がりの中にリスクポテンシャルを表示することが容易になる。また、GISによりリスクポテンシャルと空間距離を把握することも可能であり、リスクポテンシャルに応じた対策が空間上に表示でき、他の建設事業への影響や近隣住民への影響

アセスメントも可能となる。空間を俯瞰して社会資本整備による安全性の向上や環境保全管理への応用、また特定建設事業のみの狭義のリスクマネジメントにも適用可能であると考ええる。さらに、リスクからディザスターへの変容過程を時系列及び空間上で把握することが容易になり、空間情報のダイナミズムを考慮した多面的な応用が可能となる。リスクポテンシャルの変動に合わせて、行動の柔軟性を加味したシミュレーション機能の付加も可能である。

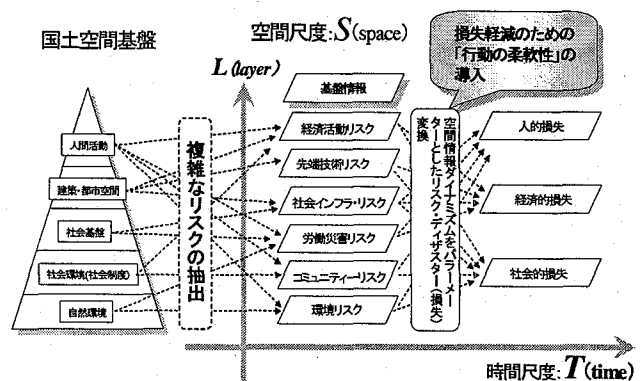


図-3 GISリスクマネジメントシステム概念図

(5) 空間ダイナミズムの可視化

発災後に事前予測通りの損失期待値に相似すれば、当初計画していた通りの対応策が最も有効であろう。しかし、何らかの原因により予想以外の損失が生じるケースが多く、その際には即座にリスクの特定と評価を実施し、リスクコントロールは可能であるがリスクファイナンスを実施するのは発災後には困難が伴うことに留意する必要がある。このような空間情報のダイナミズムによるリスクポテンシャルの変動に対して、GISの特質を生かすことにより、リスクがディザスターに変容する過程においてリアルタイムに対応することが可能である。

図-4に示すような河川氾濫想定図が国土交通省の直轄河川事務所などで作成されている。この図は、河川堤防が想定した位置で決壊した場合の水害について、決壊時から水害が及ぶまでの時間（左：到達時間図）と被害が及んだ場合の最大水深を示している（右：最大水深図）。このような河川氾濫想定図-4は、ある想定条件を決めてシミュレーションした結果を示すものである。

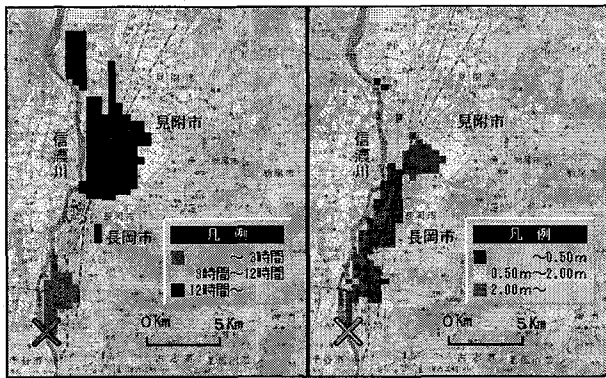


図-4 河川氾濫想定図⁵⁾
(左：到達時間図，右：最大浸水深図)



図-5 リスクの可視化例⁶⁾

一方、図-5ではリスクの対象となる「避難対象地域」「火災発生地域」、また、「避難所」への「避難誘導路」の可視化例である。背景図には、先に示した河川氾濫想定図を重ねている。

4. 結論

本稿では、現代社会における情報の重要性を概観し、一般的に「危険（リスク）」と呼ばれている事象を、ハザード、リスク、ディザスターという区分

で災害が発現するまでを時系列的に考察した。さらに、緊急時においてダイナミックに変動する情報の質と量と伝達性によりリスクポテンシャルが変動することを提示した。そして、複雑化した現代社会の多種多様なリスクに対して、GISを用いることにより情報ダイナミズム及び空間ダイナミズムに対応した行動の柔軟性を考慮できるリスクマネジメントの必要性を示した。

緊急時が稀な事象であることに加え情報の錯綜により、リスクポテンシャルは変動する。それに基づいたリスクコントロールやリスクファイナンスに関する意思決定を行う主体は、行動とその結果に関する対応関係を直接的に把握することが困難である。複雑な状況下において適切な判断が要求される個々の主体の意思決定のために、かつ、将来に向かってより望ましい行動が柔軟に実施可能となるような意思決定支援システムの構築にGISが有効であることを提言する。

参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通省総合技術開発プロジェクト「先端技術を活用した国土管理技術の開発」総合報告書，pp.1-2~1-13, 2003
- 2) MunichRe(2003), Annual Report :Natural Catastrophes 2002, http://www.munichre.com/pdf/topics_2002_e.pdf
- 3) (財)日本建設情報総合センター：「JACIC情報」No.74, pp.5, 2004
- 4) 例えば、河田恵昭：阪神・淡路大震災，土木学会誌，ミニ特集「情報が生死を分けた」，土木学会誌，Vol.81，7月号，pp.80-83，1996
- 5) 国土交通省：信濃川氾濫シュミレーション，妙見堰下流右岸破堤より，<http://www.hrr.mlit.go.jp/river/hanran/shinano/m2/m2.htm>
- 6) (財)日本建設情報総合センター：河川基幹データベースシステム(V2.1.3)

A STUDY ON RISK MANAGEMENT BASED ON SPATIAL DYNAMISM

Nobuyuki SUZUKI, Kazuo KOYAMA

With the progress of infrastructure development & information networks, our living & active spaces have become convenient and expanded. The complexity of such development has also increased exposure to risk to an extent that our traditional methods of managing and assessing risk may not be adequate to meet current needs. As a consequence, incidents could have significant potential for increased damage whilst assessments may be variable due to reliance on obtaining critical information from numerous sources.

In this paper, we present an assessment of risk in layers based on the 5 layer national land management system model and verify the merit of GIS as an appropriate tool for modern risk management.