

熊本地震の被災地における水害対策と湧水を活かしたまちづくりの融合

星野 裕司¹・増山 晃太²

¹正会員 熊本大学准教授 くまもと水循環・減災研究教育センター
(〒860-8555 熊本市東区黒髪 2-39-1)
E-mail: hoshino@kumamoto-u.ac.jp

²正会員 熊本大学特任研究員 くまもと水循環・減災研究教育センター
(〒860-8555 熊本市東区黒髪 2-39-1)
E-mail: masuyama@kumamoto-u.ac.jp

益城町は、平成28年熊本地震によって大きな地盤沈下が生じ、約2か月後の大雨では広域的な水害を受けた。益城町の復興にあたっては、地震被害からの復旧とともに、水害対策が重要となる。一方、当地域は、従来より湧水の多い土地であったが、地震後は湧水箇所も増加している。そこで本研究では、水害被害報告や益城町の水路や河川・交通計画・地域性といった情報を分析整理し、その結果に基づいて、益城町復興に資する多機能性ある都市基盤整備の一環として、水害対策と湧水を活かしたまちづくりの融合を目指した一提案を行う。

Key Words : *the Kumamoto earthquake, flood control, spring water, green infrastructure*

1. はじめに

平成28年4月の熊本地震は、人的被害のみならず、熊本県をはじめ九州各県に、家屋倒壊、ライフライン寸断、地盤沈下などの物的被害を広域に与えた。特に熊本県上益城郡益城町では、震度7を2度観測し、その被害は甚大であり、被災時には、狭隘道路が倒壊家屋によって通行できなくなるなどの問題が生じた(図-1)。加えて重要なことは、そもそも降雨被害の多い熊本地方において、この地震による被害がさらなるリスクとなっていることである。例えば、地震発生から約2か月後となる6月19日



図-1 倒壊家屋によって通行止めとなった狭隘道路

から23日の5日間にわたり熊本県内は大雨に見舞われた。この大雨により県内で6名の死者を出し、広い範囲での道路冠水、床上浸水、床下浸水被害が生じた。震災以前に目立った浸水被害が無かったと言われている益城町においても、床上浸水117棟・床下浸水400棟(気象庁発表)と県下最大の被害となった。この大きな要因は、地震による大規模な地盤沈下である(図-2)。住民との多様な意見交換を通して策定された「益城町復興計画¹⁾」においても、道路拡幅といった幹線道路ネットワーク整備や防災機能を有した公園整備等の新たな都市基盤整備とともに、内水氾濫への対策を実施し、安全・安心な住宅エ



図-2 堤防沈下に対する土嚢対策(秋津川)

リアの整備を図ることも挙げられており、複合的な復興が求められている。

ここで注目されるのは、グリーンインフラという考え方である。日本に限らず世界各地でも台風や集中豪雨の増加による洪水等の水害が増加しているなか、近年では諸外国を中心に、人工的なインフラの代替手段や補足の手段として、自然環境の有する防災や水質浄化等の機能を有効に活用し、自然環境、経済、社会にとって有益な対策を社会資本整備の一環として進めようというグリーンインフラの考え方に基づいた取り組みが先進的に導入されている。

そこで、震災の甚大な被害を受けた益城町の復興に向けた新たな都市基盤整備や水害対策に、これらのグリーンインフラ的な概念を導入することにより、水害対策をはじめとした、環境、経済、社会的な多様な効果を生産することができるかと考える。従って本稿では、平成28年熊本地震と近年の異常気象により被災し今後も浸水可能性のある、益城町市街地でグリーンインフラの水害対策の導入検討を行うことを目的とする。

2. 研究対象の概要

(1) 益城町の概要

益城町は熊本市の東側に位置し、自然的には北に平坦な台地の畑地帯が存在し、町域の東と南には阿蘇外輪、冠ヶ岳に源を持つ木山川が流れ谷底平野が発達し、水田地帯を形成している。東部の山地・丘陵と平野の境には豊富な湧き水、自噴池がいくつもあり、これらが古くからの起源を持つ集落の立地を可能にしてきた²⁾。地盤沈下等の影響によって、地震後、新たな湧水箇所が数多く発生していることが確認されている(図-3)。

益城町市街地は、県道28号熊本高森線を軸に熊本市の市街地と連続した古い家と新しい家が混在する住宅密集地域となっている。市街地の中央と東側に市街地を縦断する形で鉄砂川と妙見川が流下し、県道28号熊本高森線から住宅密集地を挟み市街地南側を流れる秋津川に合流する。妙見川と鉄砂川は、秋津川の支流に当たり、緑川



図-3 用水に流れこむ多くの湧水

水系の加勢川の支流に当たる。

雨水施設に関しては、都市下水道事業で整備が行われた後に公共下水道施設に位置づけられ、下水道事業にて整備を行う形と当初はなっていた。都市下水道事業にて整備された水路は宮園・安永・広崎・福富の4水路である。これらの都市下水道は震災以前に大きな浸水が発生しなかったことから、下水道事業に移管された際に幹線管梁と位置付けられ水路形態は従前の形態となっている。同様に、枝線管梁も震災以前に大きな浸水がなかったことから下水道事業での整備は側溝等の改良となっている。また、これらの都市下水道にて集水した雨水、湧水はすべて自然流下で秋津川に放流されている³⁾。

(2) 平成28年6月益城町浸水被害概要

1章で述べたように益城町は、平成28年熊本地震の一連の地震活動により地盤沈下・家屋倒壊・ライフライン寸断等の甚大な人的・物的被害を受けた。国土交通省国土地理院が行った5月8日の航空レーザー測量調査⁴⁾より、秋津川堤防沿いをはじめ益城町内では概ね1m程度の地盤沈下が生じている(図-4)。また、家屋・水路破損による都市下水道の破損(図-5)により、排水能力の低下が見受けられる。

一方、益城町で多くの浸水被害が生じた6月19日から23日の期間で、総降雨量387mm、時間最大雨量85mmを記録した⁵⁾。この記録は、益城町が下水道計画で想定している5年確率、57mm/時の雨量を上回る。以上の2点が浸水被害に対する大まかな要因といえることができる。

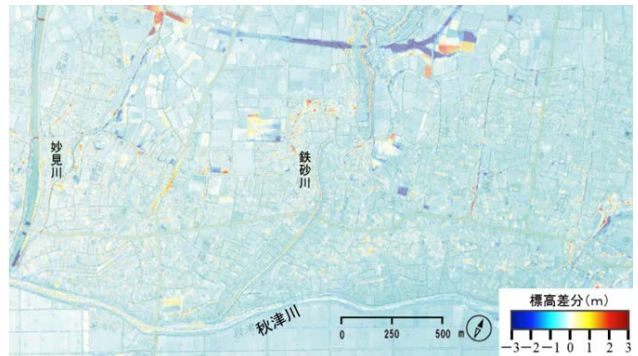


図-4 標高差分段彩図⁶⁾ (国土地理院)



図-5 水路破損の様子

他の区間と比べ水の流れが遅く、雨水幹線の水深が深いことを確認した。

図-7より地盤沈下は最大で約100cm、平均では約46cmの沈下量である⁹⁾。秋津川堤防の沈下があり、このエリアは、秋津川から溢水の影響を受けやすい状況にある。

次に、現地調査により湧水箇所を13か所発見した。安永第一雨水幹線の北側にある雨水枝線では、震災による破損(エ)が見受けられた。降雨時には安永第一雨水幹線沿いに面する道路にて、雨水幹線へ流れず水たまりがいくつか広域に形成されていた(イ)。

(2) 浸水要因の考察

安永第一雨水幹線沿いエリアを、地形と水の流れに着目し、図-7に示したように細分化する。

a) I 地区

前節で述べた水路地点⑥-⑩の区間において水路勾配が小さく、逆勾配であり、下流への排水能力が低下し安永第一雨水幹線で氾濫を起こし、I地区へ流入したと考えられる。また、前述した安永第一雨水幹線北側に並行する道路は、水たまりが確認できたように、I地区側の住宅から安永第一雨水幹線北側壁面上部へ、わずかに下がる地形である。そのため、安永第一雨水幹線への排水能力が低いと考えられる。また、I地区北側に存在する雨水枝線から南側へ下がる地形となっている。そして、前述したようにその雨水枝線は破損している。それにより、破損部で排水能力が低下したことで、氾濫し、I地区へ流入したと考えられる。

従って、水路の諸問題により安永第一雨水幹線自体の排水能力が不足し、地形の傾斜によりI地区で安永第一雨水幹線への排水能力が不足し、I地区が浸水したと考えられる。

b) II 地区

II地区は、秋津川から秋津川と安永第一雨水幹線の間部を東西に横断する道路(以下、II地区横断道路)へ下がり、II地区横断道路から安永第一雨水幹線へ向けて僅かに上がり、若干の窪地地形となっている。そのため、安永第一雨水幹線への排水能力が低く、II地区横断道路で降雨が溜まりやすいと考えられる。また、地元住民へのヒアリングによりII地区は、秋津川堤防が沈下し、秋津川が溢水しII地区へ流入したことが確かである。

従って、II地区は地形的に、安永第一雨水幹線への排水能力が不足していることに加え、秋津川が溢水しII地区へ流入したことで、浸水したと考えられる。

c) III地区

III地区は、北と東からIII地区へ下がる地形となっている。そのため、III地区の北と東側より降雨が集水しやすいと考えられる。そして、安永第一雨水幹線への排水は行われているが浸水が生じた。

従って、III地区は降雨の集水の多さと集水に対する安永第一雨水幹線への排水能力の不足により、浸水したと考えられる。

4. グリーンインフラ的水害対策の提案

本稿の提案する計画は、水害対策としては地震による水路破損の解消や水路勾配と道路傾斜の改善であり、それらの対策がより広範な効果を発揮することを目指すのである。以上の課題に個別に対応するのではなく、ある程度パターン化しつつ導入可能性を提案すれば、普遍性を獲得する一歩になると考えた。具体的には、一方通行道路、緑道、水路沿いの緑化、道路沿いの溜まり、水路沿いの溜まりの導入である。以上の考えに基づいた安永第一雨水幹線沿いエリアの計画案位置図を図-8に、本稿で考える、浸水の詳細原因に対する水害の減災対策とその内容を表-2に示す。全体的には、一方通行と道路、水路沿いの緑化を軸にし、道路沿いと水路沿いでの溜まりを拠点とした動線のネットワークの創出を図るものである。以下にそれぞれについて紹介する。

a) 一方通行

一方通行道路の導入により、緑地導入時の導入可能範囲を増加させ、植物の蒸発散や土壌の浸透機能の更なる向上を図る。また、一方通行道路は交通単純化に繋がるため、緑地導入時の景観向上に伴う更なる歩行の回遊性向上を図る。当エリアでの一方通行導入案は、安計4や安計11、安計9、安計14の溜まりの拠点と秋津川の回遊性の向上を図る。

b) 緑道

緑道の導入で、植物の蒸発散と土壌の浸透機能による、降雨時の排水量抑制を図る。また、緑ある美しい景観を創出や交通安全性の向上による、住環境の質を高め、歩き憩う空間の創造を図る。具体的には、安計4、8の提案であり、一方通行道路に伴った歩きやすさの向上を図っている。

c) 水路沿いの緑化

路沿い緑化の導入で、緑道と同様に植物の蒸発散と土壌の浸透機能による、降雨時の排水量抑制を図る。緑ある美しい景観を創出や交通安全性の向上による、住環境の質を高めることに加えて、水路沿いであるため親水性のある歩き憩う水辺空間の創造を図る(安計15)。

d) 道路沿いの溜まり

道路沿いの溜まりの導入で、降雨時に排水が道路沿いの溜まりへ流入し、降雨貯留地となり排水速度遅延を図る。さらに、蒸発散、浸透機能による、道路沿いの溜まりに貯留した降雨の排水量抑制を同時に図る。

また、湧水の日常的な小規模貯留を道路沿いの溜まりで行うことで、美しい景観の創出を図る。さらに、水害

時以外の災害（火災や地震等）時には、一時避難所となり、防災公園としての機能も果たす地域のコミュニティスペースの創造を図る。

安計9に示す溜まりの創出によって、上述の効果とともに秋津川との動線のネットワーク拠点の創出を図る。

e) 水路沿いの溜まり

水路沿いの溜まりの導入で、道路沿い溜まりと同様に、降雨時に排水が水路沿いの溜まりへ流入し、降雨貯留地となり水路への排水速度遅延を図る。さらに、蒸発散、浸透機能による、水路沿いの溜まりに貯留した降雨の排水量抑制を同時に図る。そして、水路に近いことから、降雨時に水路より導入した溜まりへ流入、貯留し、下流

への排水速度遅延と排水量抑制を図る。

また、水路に近いことから道路沿いの溜まりより、親水性のより高い、美しい水辺景観の創出を図る。そのような水辺空間によって、防災機能だけでなく、地域の水学習や水辺の癒しといったコミュニティスペースとなる、集い憩い水が溜まる空間の創出を図る（安計14）。

5. おわりに

本稿では、できる限りの資料調査および現地調査に基づいて、水害対策の位置提案を行った。しかしその提案は、限定されたエリアを対象としているのみならず、水

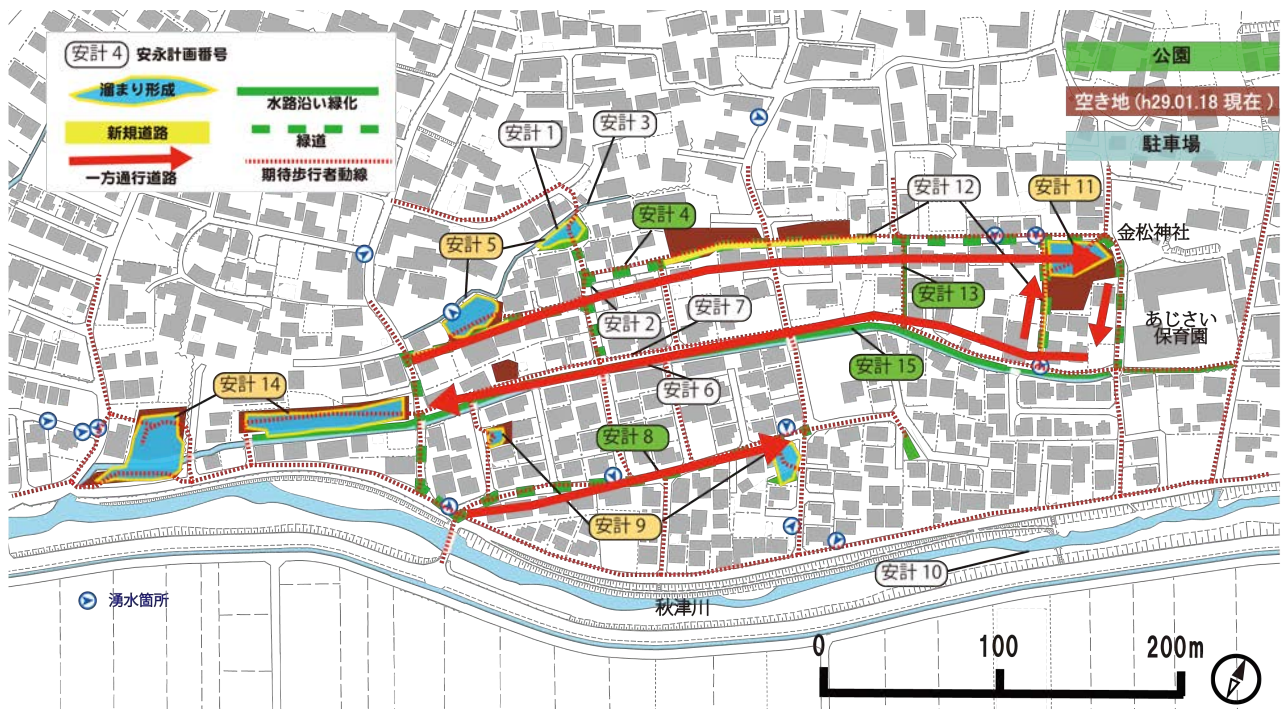


図-8 計画案位置図（安永第一雨水幹線沿いエリア）

表-2 計画案水害減災内容（安永第一雨水幹線沿いエリア）

エリア	細分化	原因	導入計画番号	対策内容	水害への対策方針	水害対策効果
安永第一雨水幹線沿いエリア	I 地区	下流への排水能力が不足	安計1	水路の修復	下流への排水能力回復	従来の排水
		I 地区への流入	安計2	I 地区北側へ道路の傾斜	I 地区への排水量抑制	I 地区北側枝線へ排水
			安計3	I 地区北側枝線の利用	I 地区への排水量抑制	I 地区北側枝線へ排水
			安計4	I 地区道路緑道化	I 地区での排水量抑制	排水前に浸透・蒸発散
		枝線への排水	安計5	枝線沿い公園空地で溜まりの形成	枝線沿いで排水速度遅延 排水量抑制	枝線から排水流入し貯留 枝線排水前に貯留・浸透・蒸発散
		幹線水路の排水能力低下	安計6	水路勾配の改善	下流への排水能力回復	下流への排水能力向上
		幹線への排水能力の不足	安計7	I 地区南側道路傾斜の変更	I 地区への排水量抑制	幹線への排水能力向上
	II 地区	排水能力の不足	安計8	II 地区横断道路の緑化	II 地区横断道路での排水量抑制	排水前に浸透・蒸発散
		II 地区への流入	安計9	II 地区公園空地で溜まりの形成	II 地区での排水速度遅延 排水量抑制	排水前に貯留・浸透・蒸発散
			安計10	上流での自然流下量抑制/流出速度遅延	上流での流出遅延・流出抑制	溢水量の減量
	III 地区	III 地区への集水	安計11	III 地区公園空地で溜まりの形成	III 地区への排水速度遅延 排水量抑制	排水前に貯留・浸透・蒸発散
		集水に対する排水能力の不足	安計12	傾斜・空地利用のIII地区迂回新規道路	III 地区への排水量抑制	排水の分散
			安計13	III 地区縦断水路の緑化	III 地区での排水量抑制	排水前に浸透・蒸発散
		幹線への排水	安計14	幹線沿いで公園空地で溜まりの形成	幹線沿いで排水速度遅延 排水量抑制	幹線から排水流入し貯留 幹線排水前に貯留・浸透・蒸発散
			安計15	幹線沿いの緑化	幹線への排水量抑制	幹線沿いで浸透・蒸発散
対策内容	緑化		溜まりの形成			
多機能効果	親水性のある散歩道景観・交通安全の向上		オープンスペースの有効活用豊富な湧水を活かした景観向上・地備上昇運動促進・コミュニティの形成			

理計算等の数理的な根拠もなく、具体的な設計となっていない、いわばアイデアレベルの提案に留まっていると言わざるを得ない。ただ筆者らは、熊本地震から包括的な復興を目指す一歩としては、十分に意義あるものだと考えている。益城町役場建設課へのヒアリングによれば、仮に秋津川の沈下した堤防がかさ上げされ、地盤沈下した益城町内の内水を全てポンプによって排出しなくてはならないということになれば、そもそも秋津川の水位が上昇すればポンプでの排出が不可能となるだけでなく、ポンプそのものも大規模なものとなり、益城町の財政では困難であるため、本来抜本的な対策が必要であり、そのためにはいかなるアイデアも貴重であるという意見をすでに得ている。

自然災害で明らかとなるのは、おそらく、その地域が有していた根本的な課題だろう。益城町においては、狭隘道路、公園などのオープンスペースの少なさ（いわば都市計画の不在）であったが、それらに加えて水害の問題も追加された。それらに対する包括的かつ創造的復興を目指すためには、いわゆる縦割り行政も克服していかなくてはならないだろう。今後、益城町では地域の復興について考える住民組織「まちづくり協議会」が各地で

発足する。今後も、行政への提案のみならず、「まちづくり協議会」への提案・協働を通して、少しでも具体化できるよう、多くの専門家の知見を活用しながら努力していく所存である。

謝辞：本検討にあたり、鴻上侑宏氏および益城町役場には多大な協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 益城町役場：益城町復興計画，2016
- 2) 永木藍ら：熊本都市圏の拡大による益城町の宅地化プロセス-地形図による土地利用変遷の判読を中心として-，東海大学総合経営学部紀要（2），pp51-65，2009
- 3) 国土地理院：地理院地図（電子国土web），<http://maps.gsi.go.jp/index.html>，2017. 01. 30参照
- 4) 益城町役場：下水道計画一般図（雨水），2016
- 5) 益城町役場：平成28年度秋津川右岸洪水痕跡調査
- 6) 国土地理院：地理院地図(分段彩図)，2016

(2017. 4. 28 受付)

Integration of Flood Control and Urban Development with Spring Water in the Disaster Area of the Kumamoto Earthquake

Yuji HOSHINO, Kota MASUYAMA

In Mashiki-town, the heavy rain, two months later from the Kumamoto earthquake, suffered extensive flood damage because of a large ground subsidence occurred by the earthquake in 2016. In revitalisation of Mashiro-town, flood control measures become important as well as reconstruction from the damage of the earthquake. On the other hand, although there were a lot of spring water in this area from a long ago, spring water spots have also increased after the earthquake. Therefore, this research propose an integration of flood control and urban development making use of spring water, as a part of the multifunctional urban infrastructure development that contributes to the revitalisation of Mashiki-town, based on the analysis and organization of information such as flood damage, waterway, regionality of this town.