

# 気候と社会の変化と水災害への対応

## 1. 気候の変化と豪雨災害

## 2. 近年の豪雨災害の発生過程の特徴

洪水・土砂災害／逃げ遅れ／地域社会経済への影響

## 3. 政策的対応

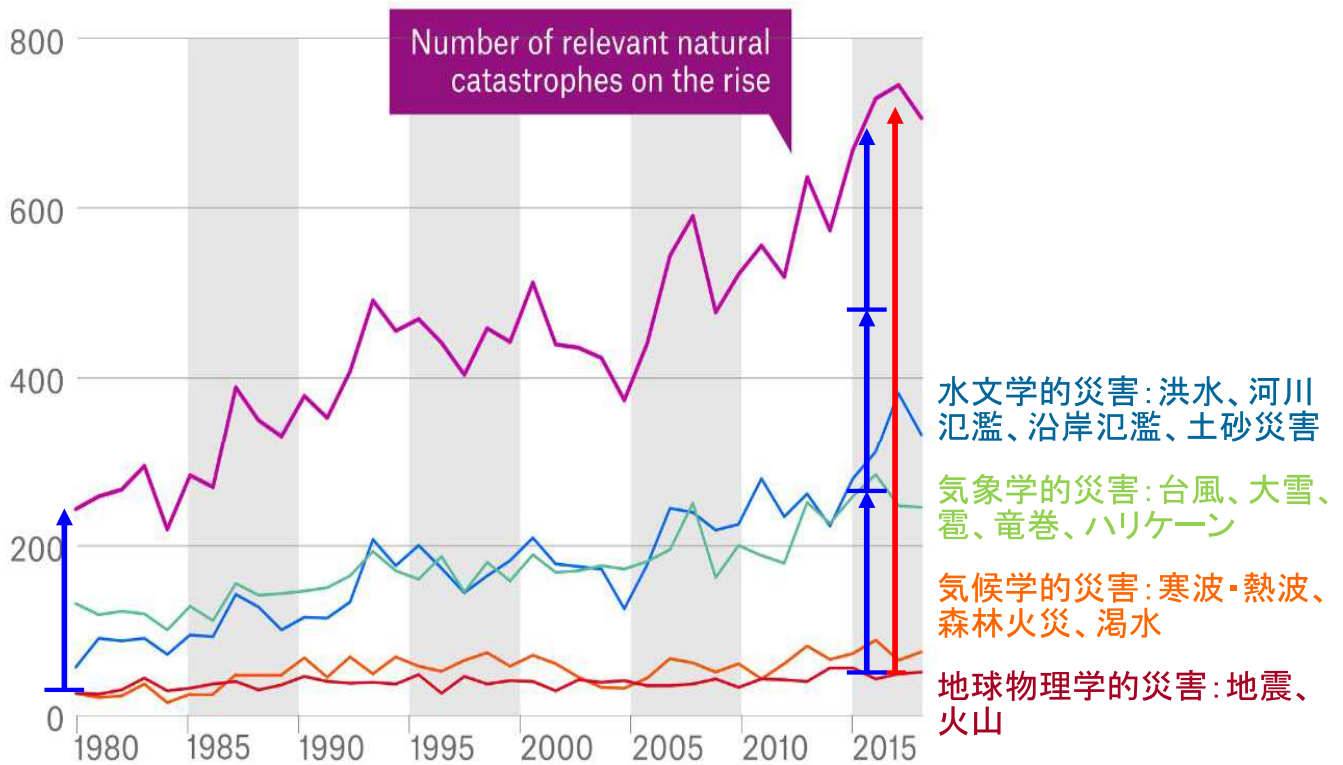
小池俊雄

国立研究開発法人土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM) センター長  
東京大学名誉教授・日本学術会議会員・社会資本整備審議会河川分科会会長

## 気候と水循環の変動(4次報告・特別報告・5次報告)

現象及び変化傾向	変化発生の評価 (特に断らない限り 1950 年以降)	将来変化の可能性		
		2007	2011	2014
ほとんどの陸域で 寒い日や寒い夜の 頻度の減少や昇温	可能性が非常に高い 可能性が非常に高い 可能性が非常に高い	{2.6}	ほぼ確実 ほぼ確実 ほぼ確実	{12.4}
ほとんどの陸域で 暑い日や暑い夜の 頻度の増加や昇温	可能性が非常に高い 可能性が非常に高い 可能性が非常に高い	{2.6}	ほぼ確実 ほぼ確実 ほぼ確実	{12.4}
ほとんどの陸域で 継続的な高温／熱波の 頻度や持続期間の増加	世界規模で確信度が中程度 ヨーロッパ、アジア、オーストラリアの大部分で可 能性が高い 多くの(すべてではない)地域で確信度が中程度 可能性が高い	{2.6}	可能性が非常に高い 可能性が非常に高い 可能性が非常に高い	{12.4}
大雨の頻度、強度、 大雨の降水量の増加	減少している陸域より増加している陸域のほうが 多い可能性が高い <sup>(c)</sup> 減少している陸域より増加している陸域のほうが 多い可能性が高い ほとんどの陸域で可能性が高い	{2.6}	中緯度の大陸のほとんどと湿潤な熱帯 域で可能性が非常に高い 多くの地域で可能性が高い ほとんどの陸域で可能性が非常に高い	{12.4}
干ばつの強度や 持続期間の増加	世界規模で確信度が低い いくつかの地域で変化した可能性が高い <sup>(d)</sup> いくつかの地域で確信度が中程度 1970 年以降多くの地域で可能性が高い <sup>(e)</sup>	{2.6}	地域規模から世界規模で可能性が高 い(確信度は中程度) <sup>(h)</sup> いくつかの地域で確信度が中程度 可能性が高い <sup>(e)</sup>	{12.4}
強い熱帯低気圧の 活動度の増加	長期(百年規模)変化の確信度が低い 1970 年以降北大西洋でほぼ確実 確信度が低い 1970 年以降いくつかの地域で可能性が高い	{2.6}	北西太平洋と北大西洋でどちらかと言 えば <sup>(i)</sup> いくつかの海域でどちらかと言えば 可能性が高い	{14.6}
極端に高い潮位の 発生や高さの増加	可能性が高い(1970 年以降) 可能性が高い(20 世紀後半) 可能性が高い	{3.7}	可能性が非常に高い <sup>(l)</sup> 可能性が非常に高い <sup>(m)</sup> 可能性が高い	{13.7}

# 水災害の発生頻度の変化



## 頻発する激甚洪水・土砂災害

2013年10月  
伊豆大島の土石流災害  
(台風第26号)  
1時間雨量: 122.5ミリ  
24時間雨量: 824ミリ  
死者行方不明: 39名



2014年8月  
広島市の土砂災害  
(線状降水帯豪雨)  
1時間雨量: 121.0ミリ  
24時間雨量: 287.0ミリ  
死者: 74名



2016年8月  
岩手県の洪水災害  
(台風第10号)  
12時間雨量: 250ミリ  
死者行方不明: 23名  
(要配慮施設入居者9名)



2017年7月  
九州北部豪雨災害  
(線状降水帯豪雨)  
1時間雨量: 129.5ミリ  
24時間雨量: 545.5ミリ  
死者行方不明: 41名



2011年1月  
ブラジルリオ・デ・ジャネイロ州  
洪水・土砂災害  
雨量: 166ミリ  
死者: 905名



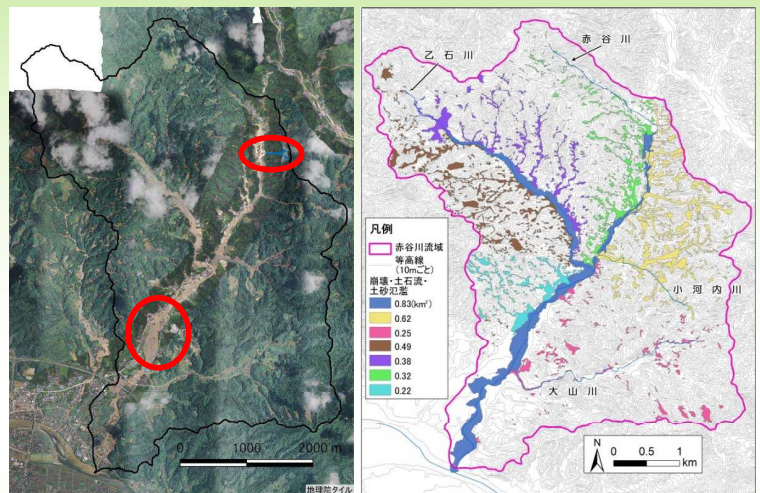
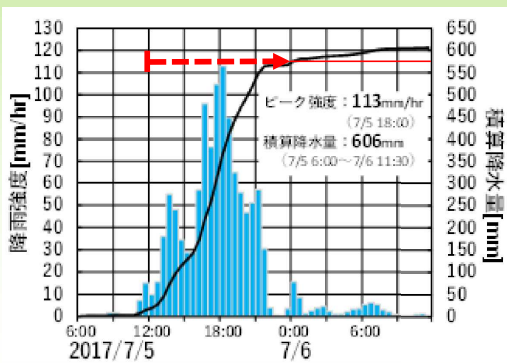
「中小河川等の上流部では、山腹崩壊等により多量の土砂流出が発生し、これにより水位上昇を引き起こす場合がある」



9月1日掲載北海道新聞と被害前の写真比較 ペケレベツ川石山橋

「土砂流出による洪水中の河床変動の状況はこれまで十分に解明されていないことから、これらを把握するための研究を進めるべきである」

## 2017年7月北部九州豪雨災害



洪水前



洪水直後



土石流

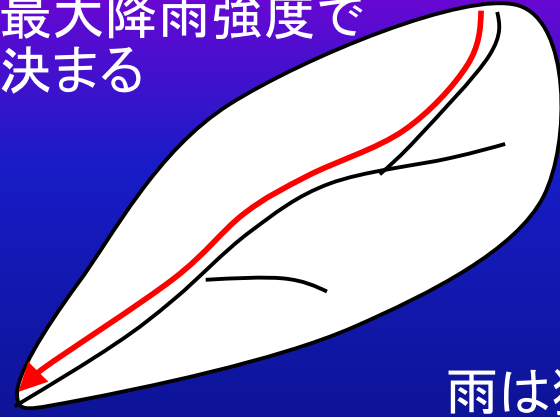


堆積域

流下域

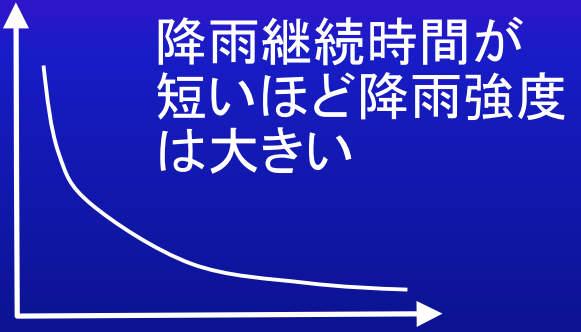


洪水ピーク流量は  
洪水到達時間内の  
最大降雨強度で  
決まる



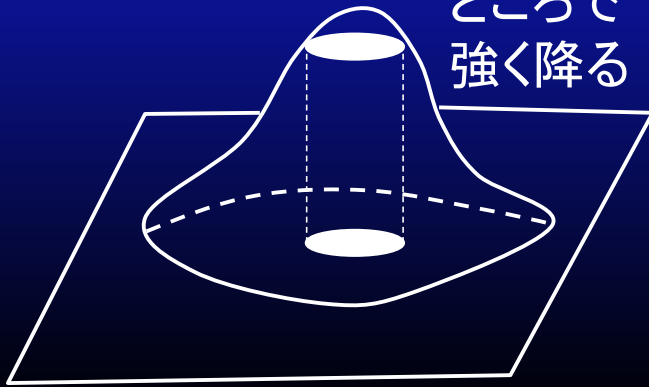
中山間地の中小河川では  
面積が狭く勾配が急なため  
洪水到達時間が短い

降雨強度



降雨継続時間

雨は狭い  
ところで  
強く降る



気候の変化によって  
狭いところで強い雨が降ると  
洪水到達時間が短く、  
流域面積が小さい、  
中山間地の中小河川では  
洪水流量が激増する。

## 避難の遅れと長時間・広範囲の浸水による多数の孤立者の発生

- 宅地及び公共施設等の浸水が概ね解消するまでに10日を要した。
- 避難の遅れ等により、多くの住民が孤立し、約4,300人が救助された。

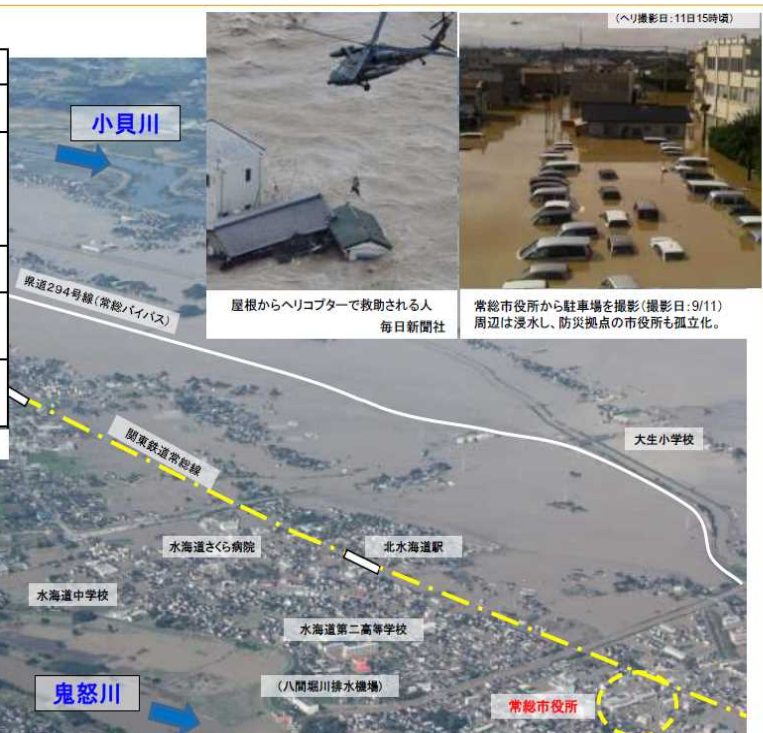
### 鬼怒川下流域における一般被害の状況


項目	状況等
人的被害	常総市 (死亡2名、重症2名、中等症11名、軽症17名)
住家被害	常総市 (全壊50、大規模半壊914、半壊2,773、床下浸水2,264) 結城市 (半壊11、床上浸水38、床下浸水155) 筑西市 (大規模半壊68、半壊3、床下浸水18) 下妻市 (大規模半壊1、床上浸水58、床下浸水106) つくばみらい市 (半壊13、床上浸水1、床下浸水21)
救助者	ヘリによる救助者数 1,339人 地上部隊による救助者数 2,919人
避難指示等	①避難指示 11,230世帯、31,398人 ②避難勧告 990世帯、2,775人 (※9月29日16時現在)
避難所開設等	避難者数 1,786人 (市内避難所 840人、市外 946人) (※9月18日11時現在)

(茨城県災害対策本部 10月22日16時以前の発表資料より常総市等、関連を抜粋)



自衛隊員にボートで救出された人たち 毎日新聞社



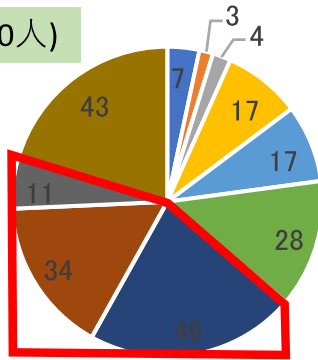
犠牲者発生状況 

(2018/7/15時点、ICHARM大原)

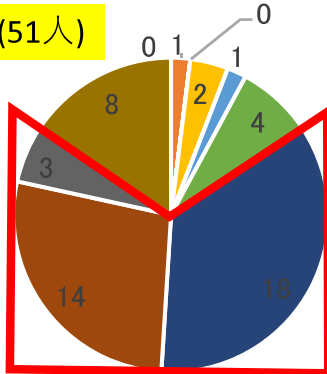
年代

- 子ども
- 20
- 30
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80
- 90
- 不明

全国(210人)



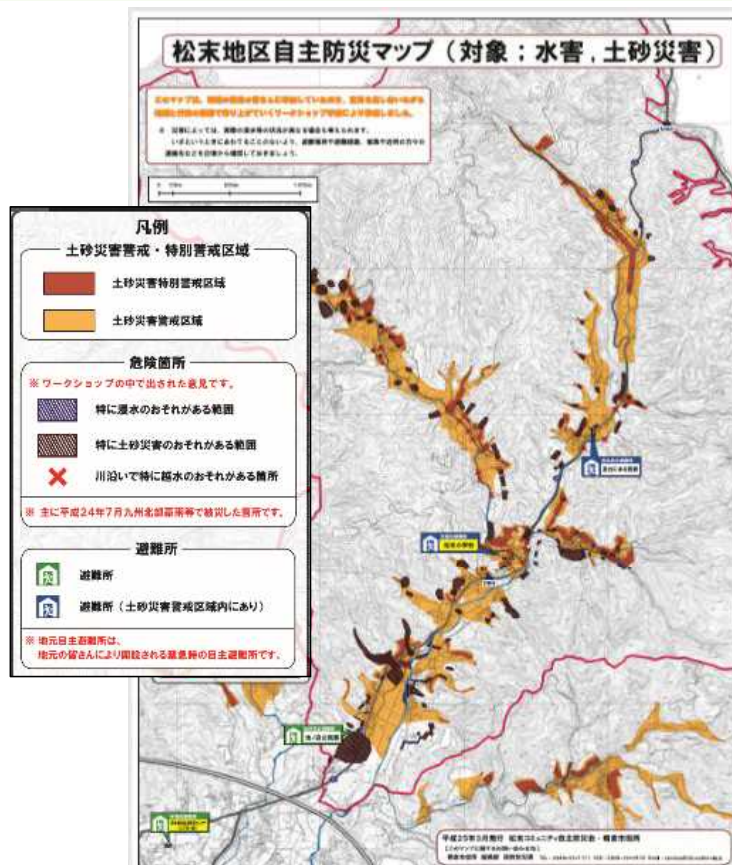
真備町(51人)

70歳代  
以上が多い。

## 真備町での避難情報

- 7/6午前11時30分 避難準備・高齢者等避難開始情報  
真備地区全域
- 7/6午後10時 避難勧告  
真備地区全域、小田川の水位が急激に上昇しているため
- 7/6午後11時45分 避難指示  
真備地区のうち、小田川南側小田川の水位が急激に上昇しているため
- 7/7午前1時30分 避難指示  
高馬川の堤防が越水し、小田川の水が北方向に流れ込んでいるため

## 朝倉市での被災前からの自主防災マップ作りの活動



## 自主避難所の指定例



出典: 朝倉市自主防災マップのページ  
<http://www.city.asakura.lg.jp/www/content/s/1332397590637/index.html>



## 被災当日の災害情報： 松末地区など(福岡県朝倉市)

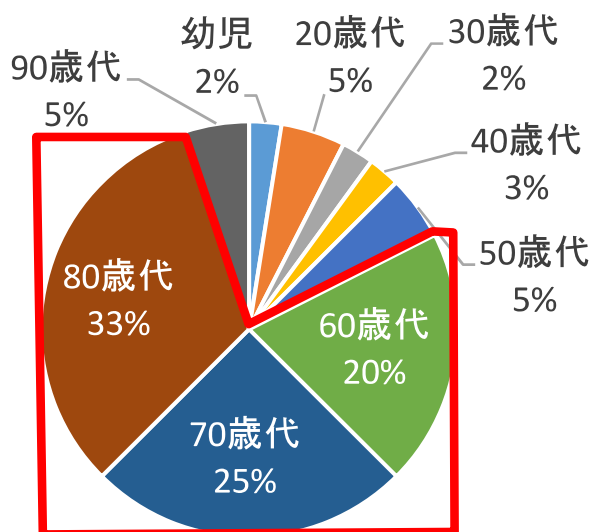
時間	気象情報等	地区への情報	市役所の体制
7/5 9:32	大雨・洪水注意報		
13:14	大雨・洪水警報		
14:10	土砂災害警戒情報		災害警戒本部設置
14:15		避難準備情報・避難所開設 (ピーポート甘木、フレアス甘木、朝倉地域生涯学習センター、らくゆう館)	
14:26		避難勧告(市全域)	災対本部第一配備
15:30		避難指示(三奈木・金川・福田・蜷城、立石)	
16:20		避難指示(松末)・避難所(松末小)	
17:25		避難指示(志波)	
17:51	大雨特別警報		
18:07		避難指示(甘木・馬田)	
19:10		避難指示(全域)、避難所(三奈木コミュニティセンター、金川コミュニティセンター、秋月中学校武道場、麒麟ビル体育館、南陵中学校、杷木小学校、志波小学校、杷木中学校)	

by ICHARM 大原(2018)

## 福岡県及び大分県内の犠牲者40名の状況

## 犠牲者40名の年齢構成

(2018年2月末現在)

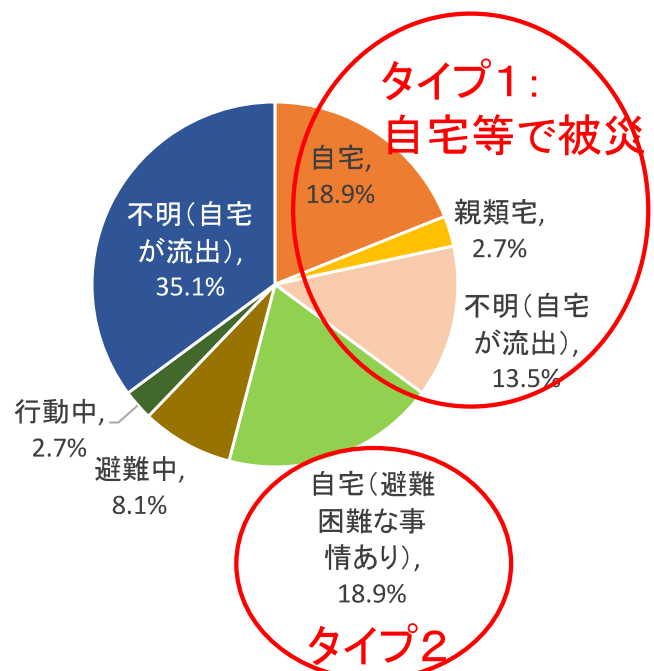


82.5%が60歳以上

by ICHARM 大原(2018)

## 犠牲者の行動

(目撃情報等による分類)

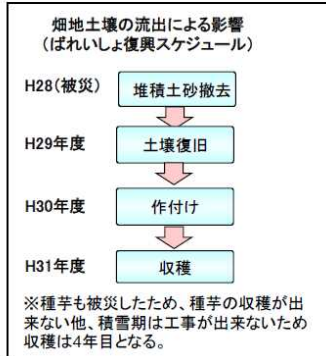
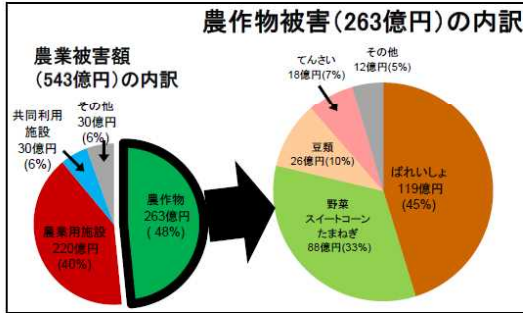


分類はICHARM調べによる

## 農作物被害や加工品工場等が被災し全国の出荷に影響(北海道)

- 北海道では台風(第7、11、9、10号)の被害面積38,927ha、被害金額543億円となった(9/27北海道発表による)
- 東北地方でも特に台風第10号によって、岩手県において142億円(岩手県11月7日発表資料)の被害が発生。
- 北海道では食品加工場、岩手県では乳製品工場が被災し、農作物の収穫や酪農産業に影響。

●北海道における農業被害の内訳【北海道農政発表資料より】  
被害面積 38,927ha、被害額 543億円



●**食品加工場への被害(北海道)**  
台風10号により芽室川が氾濫し、工場が被災。復旧のめどが立たないため、2016年産のとうもろこし等を原料とした商品の製造を休止



●**乳製品工場への被害(岩手県)**  
台風10号により小本川が氾濫し、工場が被災。復旧に一年程度を要する事態となり、地域の酪農産業に大きな影響を与えている。



●農作物・農地の被害状況



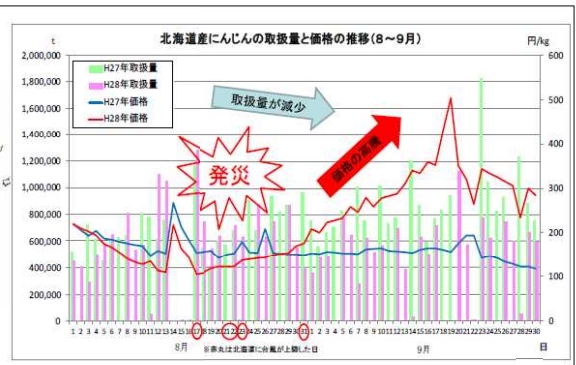
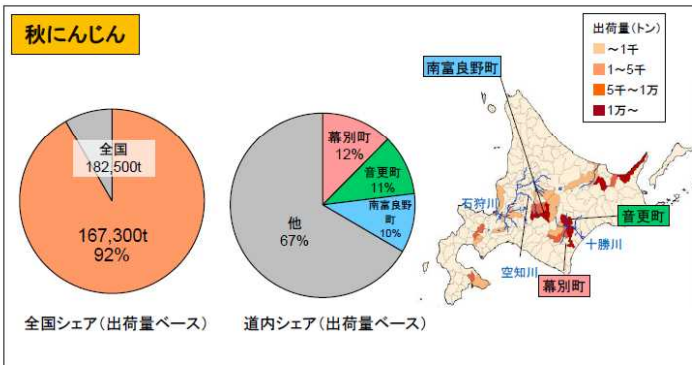
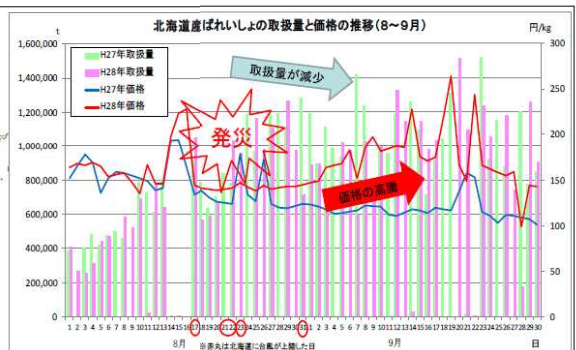
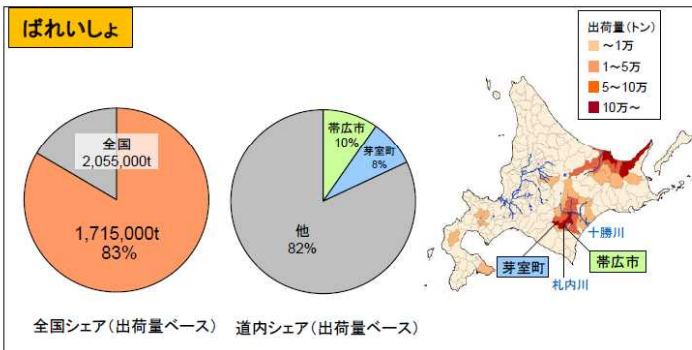
農作物の多くが流され、土砂が堆積している(帯広市 ばれいしょ畑)

農作物ごと土壌が流出し、上流からは土砂が運ばれ堆積している(芽室町)

第3回 大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会 配付資料

## 大雨等による農作物被害により全国の市場価格も高騰(北海道)

- 全国シェア83%の「ばれいしょ」は、全道の18%を占める帯広市・芽室町(札内川)で甚大な被害発生。
- 全国シェア92%の「秋にんじん」は、全道の23%を占める幕別町・音更町(十勝川)及び10%を占める南富良野町(空知川)で甚大な被害発生。
- 全国の主要市場で「ばれいしょ」、「秋にんじん」の品薄感が広がり、価格高騰が続いた。



出典: 農林水産省「作物統計(平成26年度 野菜生産出荷統計)」

出典: 農林水産省「青果物卸売市場調査(日別調査)」

第3回 大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会 配付資料



# 頻発する激甚洪水氾濫・土砂災害

(写真はすべて国交省資料)

2013年10月  
伊豆大島土砂災害(台風)  
24時間雨量:824ミリ  
死者行方不明:39名  
◆避難情報

2014年8月  
広島土砂災害(前線、台風)  
1時間雨量:121ミリ  
死者:74名  
◆避難情報

2015年9月  
関東・東北地方豪雨(2台風)  
24時間雨量:551ミリ(栃木県)  
死者:8名  
◆避難情報  
1339名(ヘリ)、2919名(ボート)

2016年8月  
北海道・東北地方豪雨(4台風)  
72時間雨量:251ミリ(岩泉)  
死者不明:27名  
◆要配慮者施設、地域経済・物流

2017年7月  
九州北部豪雨(梅雨前線)  
6時間雨量:299ミリ(日田)  
死者不明:42名  
◆土砂・河川氾濫複合災害



2014年11月:土砂災害防止法改正  
・土砂災害危険性の明示  
・避難勧告発令・避難体制の支援

2015年1月:新たなステージに対応した防災・減災の在り方

・命を守る  
・社会経済の壊滅的な被害を回避

2015年5月:水防法改正  
・最大規模の洪水・内水・高潮対策  
・地下街等の避難確保・浸水防止

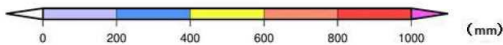
2015年7月:想定最大外力策定手法を提示

2015年12月「水防災意識社会」の再構築(一級河川)  
・避難行動直結型ハザードマップ  
・危機管理型ハード

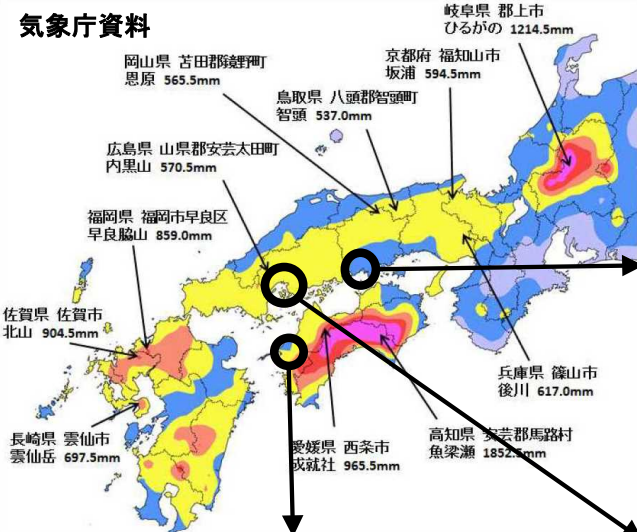
2017年1月「水防災意識社会」の再構築(中小河川等)

・逃げ遅れゼロ  
・地域社会機能の継続性確保

2017年5月水防法改正  
・大規模氾濫減災協議会  
・要配慮者施設避難計画・訓練  
・復旧工事などの代行制度



・48時間降水量の期間最大値の分布図(6月28日0時~7月8日24時)



## 平成30年7月豪雨

(写真はすべて国交省資料)

岡山県

破堤浸水



倉敷市真備町

愛媛県

宇和島市吉田町

広島県

安芸郡熊野町



越流浸水

大洲市東大洲



土石流等



土石流等

広島市安佐北区



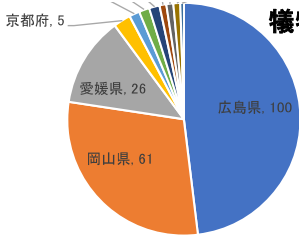


# 頻発する激甚洪水氾濫・土砂災害

48時間降水量の多い方から20位 (6月28日0時~7月8日24時) 気象庁資料

順位	都道府県	市町村	地点名(よみ)	降水量		
				(mm)	月日	時分
1	高知県	安芸郡馬路村	魚梁瀬(サセ)	1025.0	7/06	17:00
2	高知県	香美市	繁藤(シゲト)	759.0	7/07	13:20
3	高知県	長岡郡本山町	本山(ヒヤマ)	715.5	7/07	13:40
4	岐阜県	郡上市	ひるがの(ヒルガノ)	683.0	7/07	19:10
5	高知県	香美市	大板(オホイタ)	653.0	7/06	11:00
6	岐阜県	郡上市	長滝(ナガタキ)	620.0	7/07	18:50
7	佐賀県	佐賀市	北山(キタヤマ)	581.5	7/07	06:10
8	長野県	木曾郡王滝村	御嶽山(ミツタケ)	544.0	7/06	09:50
9	福岡県	田川郡添田町	添田(ソエダ)	536.5	7/07	07:20
10	徳島県	那賀郡那賀町	木頭(キガタ)	531.0	7/07	15:00
11	徳島県	三好市	京上(キョウガミ)	518.5	7/07	14:50
12	福岡県	福岡市早良区	早良脳山(サライノカミ)	506.5	7/07	09:10
13	岐阜県	大野郡白川村	御母衣(ミボロ)	501.5	7/07	14:00
13	宮崎県	えびの市	えびの(エビノ)	501.5	7/08	09:00
15	高知県	吾川郡仁淀川町	鳥形山(トリガタマ)	496.0	7/08	06:00
16	岐阜県	関市	関市坂取(セキイノサカ)	492.0	7/06	16:40
17	京都府	福知山市	坂浦(サカウラ)	482.5	7/07	08:10
17	高知県	宿毛市	宿毛(スモ)	482.5	7/08	19:30
19	大分県	日田市	椿ヶ峯(ツバキガミ)	479.0	7/07	05:50
20	岐阜県	高山市	六殿(ムツ)	460.5	7/07	13:10

都道府県	市町村	地点名(よみ)	最大48時間降水量			これまでの観測史上1位		
			(mm)	月日	時分	(mm)	年月日	時分
岡山県	吉田郡鏡野町	恩原(オンハラ)	408.0	7/07	10:30	360.0	2011/08/04	04:00
岡山県	新見市	千屋(チヤ)	356.5	7/07	11:10	262	2006/07/13	05:10
岡山県	吉田郡鏡野町	富(トミ)	421.5	7/07	12:10	297.5	2011/08/04	06:20
岡山県	勝田郡奈義町	奈義(ナギ)	362.5	7/07	11:30	292	1980/08/19	08:00
岡山県	真庭市	久世(キウセ)	400.5	7/07	10:00	216.5	2011/08/04	05:30
岡山県	津山市	津山(ツヤマ)	373.0	7/07	11:00	267	1976/08/12	05:00
岡山県	新見市	新見(ニイミ)	392.5	7/07	08:40	204	2006/07/19	06:50
岡山県	真庭市	下世郡(シモセノ)	386.0	7/07	09:20	265	1976/08/12	04:00
岡山県	高梁市	陣山(シンヤマ)	348.0	7/07	08:40	305.5	2011/08/04	02:30
岡山県	加賀郡吉備中央町	吉備中央(キヒョウチュウ)	305.5	7/07	10:10	290.0	2011/08/04	02:00
岡山県	岡山市北区	福原(フクハラ)	284.5	7/07	10:30	272	1980/08/19	20:00
岡山県	高梁市	高梁(タカヒ)	314.0	7/07	10:40	277	1976/08/13	07:00
岡山県	岡山市北区	日応寺(ヒツオウジ)	256.5	7/07	08:10	204.5	2011/08/04	01:30
岡山県	井原市	佐原(サハラ)	372.0	7/07	08:30	316	1976/08/12	04:00
岡山県	小田郡矢掛町	矢掛(ヤカケ)	279.0	7/07	08:40	270	1976/08/13	06:00
岡山県	岡山市北区	岡山(オカヤマ)	307.0	7/07	09:50	251	1980/08/19	22:00
岡山県	倉敷市	倉敷(クラシキ)	260.0	7/07	10:20	236	1980/08/19	22:00
岡山県	笠岡市	笠岡(カサガ)	335.5	7/07	08:40	180	1985/06/25	15:00
岡山県	玉野市	玉野(タマノ)	284.0	7/07	10:10	257	1980/08/19	22:00
岡山県	三次市	三次(ミツジ)	290.5	7/07	05:50	259	2006/07/19	05:40
広島県	三次市	三次(ミツジ)	345.5	7/07	07:10	284	1985/06/25	14:00
広島県	庄原市	庄原(シラハ)	381.5	7/07	08:10	241	1985/07/04	06:00
広島県	庄原市	庄原(シラハ)	385.0	7/07	10:20	219	1982/07/23	24:00
広島県	山県郡北広島町	大塚(オホツカ)	282.5	7/07	05:40	271	1982/07/23	12:00
広島県	安芸高田市	美土里(ミツリ)	319.5	7/07	07:10	231.0	2011/07/05	21:00
広島県	神石郡神石温泉町	油木(ユキ)	381.0	7/07	10:40	207	1985/06/25	16:00
広島県	安芸高田市	甲田(カウタ)	408.5	7/07	07:30	278	1985/06/25	14:00
広島県	府中市	上(ウヘ)	341.0	7/07	10:10	248	1985/06/25	15:00
広島県	広島市安佐北区	三入(ミイリ)	374.5	7/07	06:40	316	1985/06/25	05:00
広島県	世羅郡世羅町	世羅(セロ)	361.5	7/07	10:10	226	1985/06/25	15:00
広島県	府中市	府中(フチュウ)	361.0	7/07	07:30	244	1976/08/13	09:00
広島県	広島市佐伯区	佐伯湯原(サエキノ)	314.0	7/07	06:10	306	2006/08/18	02:20
広島県	東広島市	志保(シホ)	428.5	7/07	08:40	276	1985/06/25	14:00
広島県	東広島市	東広島(ヒガシヒロシマ)	379.5	7/07	08:30	285	1983/07/23	14:00
広島県	三原市	本郷(ホンゴウ)	411.0	7/07	08:30	220.5	2010/07/11	24:00
広島県	福山市	福山(フクヤマ)	364.5	7/07	09:50	245	1976/08/13	09:00
広島県	広島市中区	広島(ヒロシマ)	407.0	7/07	09:00	276	1983/07/23	24:00
広島県	竹原市	竹原(タケハラ)	422.5	7/07	08:30	242	1985/06/25	15:00
広島県	尾道市	生口島(ナマコジマ)	367.5	7/07	09:40	260	1976/08/13	09:00
広島県	大竹市	大竹(オホタケ)	381.0	7/07	08:30	283	1983/07/23	23:00
広島県	呉市	呉(コ)	402.0	7/07	08:50	260	1983/07/23	23:00
広島県	呉市	倉橋(クラハシ)	388.5	7/07	08:30	286	1980/07/11	02:00
愛媛県	今治市	大三島(オホシマ)	384.0	7/07	09:30	238	1985/06/25	15:00
愛媛県	今治市	玉川(タマガハ)	407.0	7/07	08:50	395	1976/08/13	02:00
愛媛県	今治市	今治(イマバリ)	418.0	7/07	08:50	244	1976/08/11	15:00
愛媛県	松山市	松山(マツヤマ)	334.5	7/07	09:30	274	2001/06/21	11:00
愛媛県	松山市	松山南吉田(マツヤマミナミヨシダ)	318.5	7/07	09:00	285	2005/07/05	01:50
愛媛県	大洲市	長原(ナガハラ)	257.0	7/08	04:20	249	1980/08/19	15:00
愛媛県	伊予市	中山(ナカヤマ)	351.0	7/07	07:40	335	2005/07/05	03:20
愛媛県	西宇和郡伊予町	瀬戸(セト)	248.5	7/08	09:50	234	2006/07/21	08:40
愛媛県	川幡浜市	八幡浜(ヤツパナ)	352.0	7/08	07:10	252	2006/07/21	09:00
愛媛県	西予市	宇和(ウヘ)	442.5	7/07	07:20	335	1982/07/25	16:00
愛媛県	北宇和郡鬼北町	近永(チカノ)	417.0	7/08	10:20	399	2005/08/07	01:00



気象庁資料  
48時間最大降雨記録  
更新箇所(全123か所)  
岡山:19、広島:23、愛媛:11

## 広域・同時・激甚

- 浸水・土砂災害
- 人的被害
- 資産被害
- 物流・経済への影響
- 警報・避難の在り方
- 救援・復旧の在り方
- インフラ整備

## 平成30年7月豪雨

(写真はすべて国交省資料)



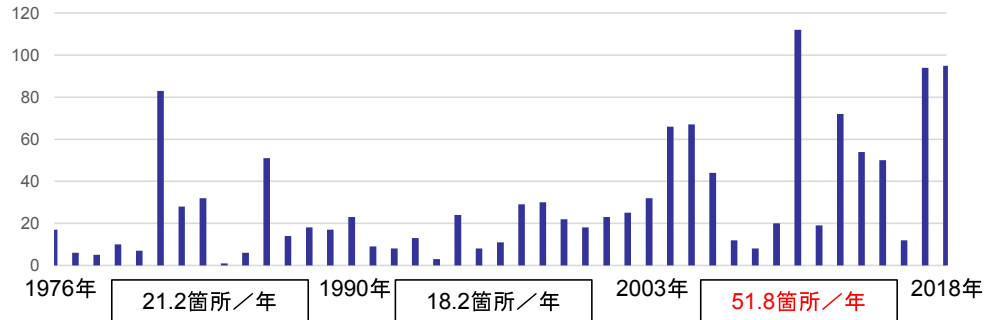


# 頻発する激甚洪水氾濫・土砂災害

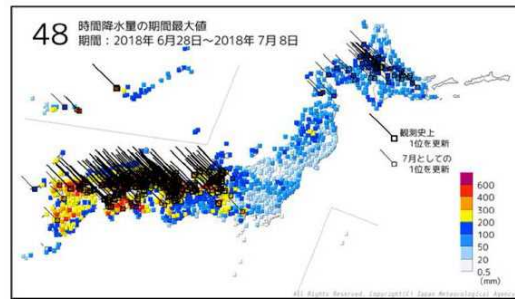
(写真は国交省資料、マップは気象庁資料)



各年にアメダス24時間雨量の最大値が記録されている観測所数

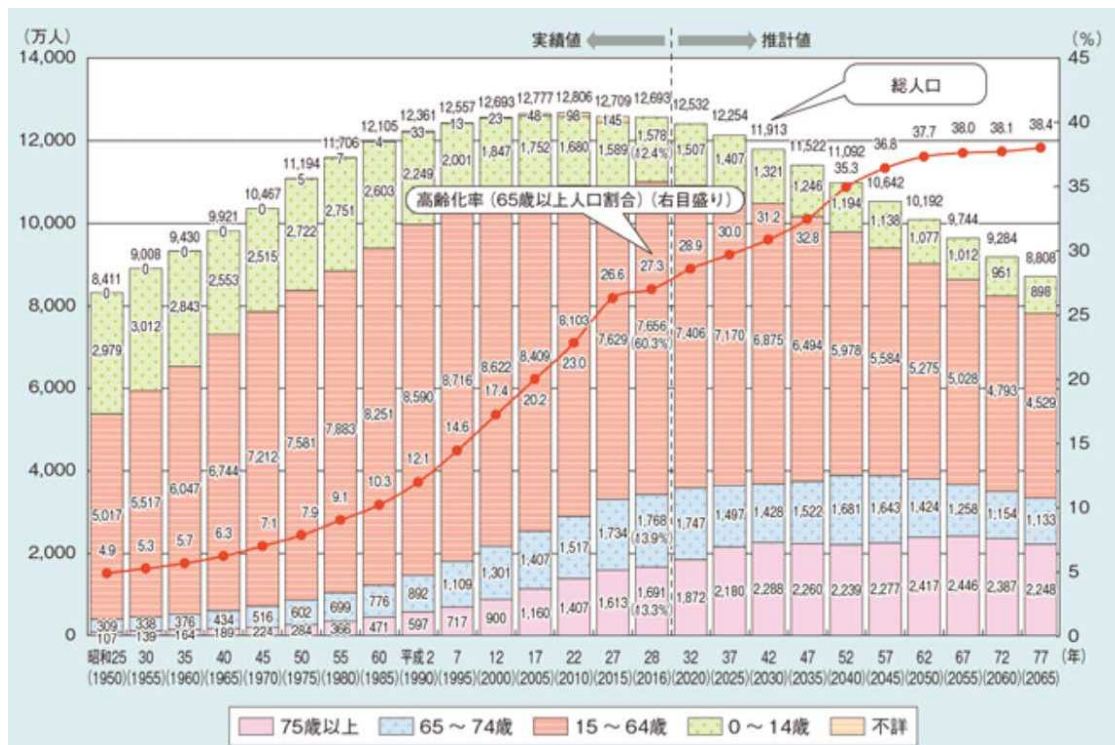


・日本中いたる所で豪雨災害が頻発。例外はない。これまで豪雨  
があまりなかった地域ほど、経験不足のため豪雨災害が大きい。



・広域の同時多発災害の場合は、救助や支援の届く  
のが遅れる場合がある。自助・  
共助力増強が必須。

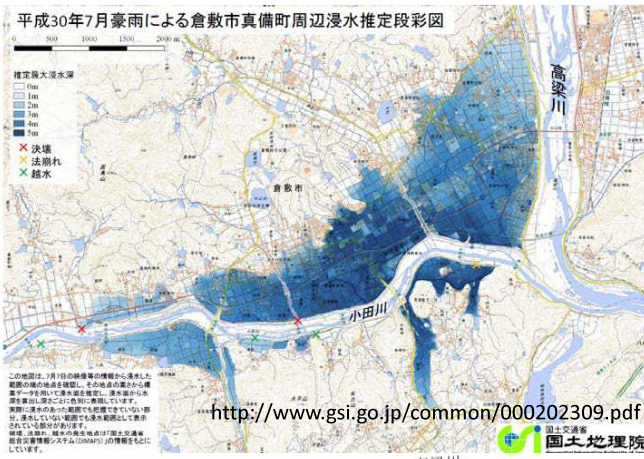
19



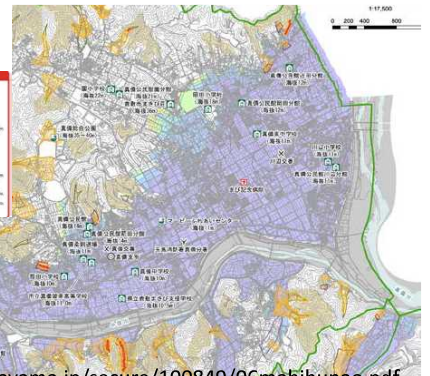
内閣府資料

・避難できるのか（自助）、避難を支援するコミュニティ（共助）を形成  
できるのか。





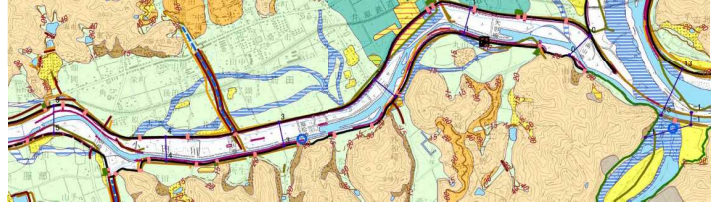
倉敷市洪水・土砂災害ハザードマップ



http://www.city.kurashiki.okayama.jp/secure/100849/06mabihunao.pdf

国土地理院治水地形分類図

氾濫平野	後背湿地
扇状地	微高地(自然堤防)
氾濫平野	旧河道(明瞭)
	旧河道(不明瞭)
	落懸
砂州・砂丘	干拓地
	盛土地・埋立地
	切土地
	連続盛土
	天井川の区間



http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc\_index.html

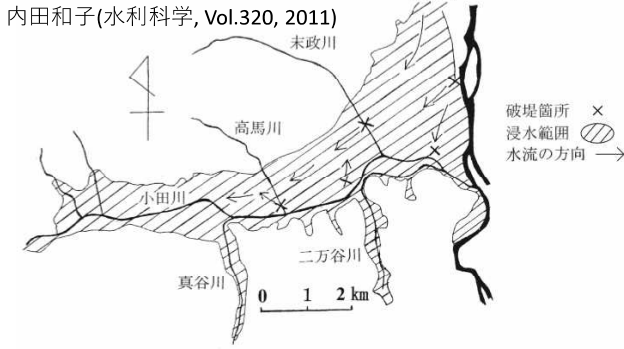


図2 真備町における1893年の洪水状況水系は1990年当時

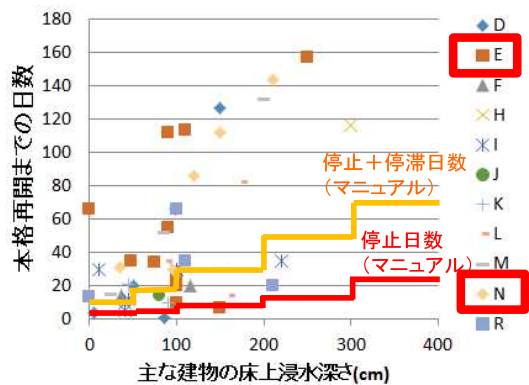
- ・ 立地適正化計画（誘導）に加え、「滋賀県流域治水の推進に関する条例」の浸水警戒区域指定などの方策が必要ではないか。

2015年関東・東北豪雨により被災した事業所の再開状況

調査対象の業種

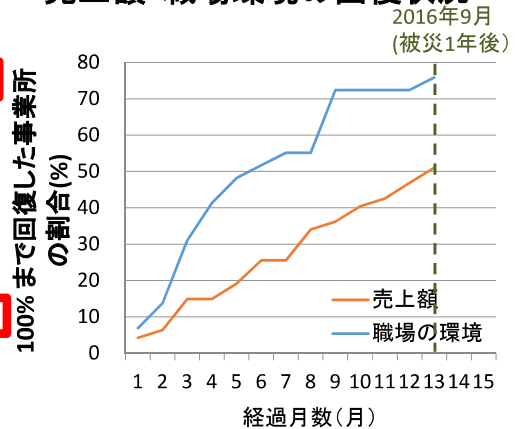


休業日数と浸水深さの分析



治水経済調査マニュアル(H7-8年の被災例に基づく)よりも、長い休業日数を要した事業所も多い。断水等により、浸水が浅くても長期の休業を強いられた事例もある。

売上額・職場環境の回復状況



水害から1年後でも、売上が100%に回復した事業所は約半数。地域経済は今も回復の途上にある。

大原他(2018)

- ・ 激甚災害から復旧・復興できているのか、壊滅的な被害が生じたときはどのように対処するのか、できるのか。
- ・ 資産被害はソフト対策だけでは回避できない。気候の変化の影響を施設計画には反映することは喫緊の課題。
- ・ 未経験の事態の対応には、社会の想像力を醸成する科学技術の役割が重要。分野間連携と科学と社会の連携施策を推進が必要。