



河川災害発生のおくみと防災対策



鹿児島大学学術研究院
理工学域工学系
齋田倫範

河川について

【河川】 地表に降った雨水や融雪水を集めて海や湖に流す排水路として、地表面に自然に形成されたもの。

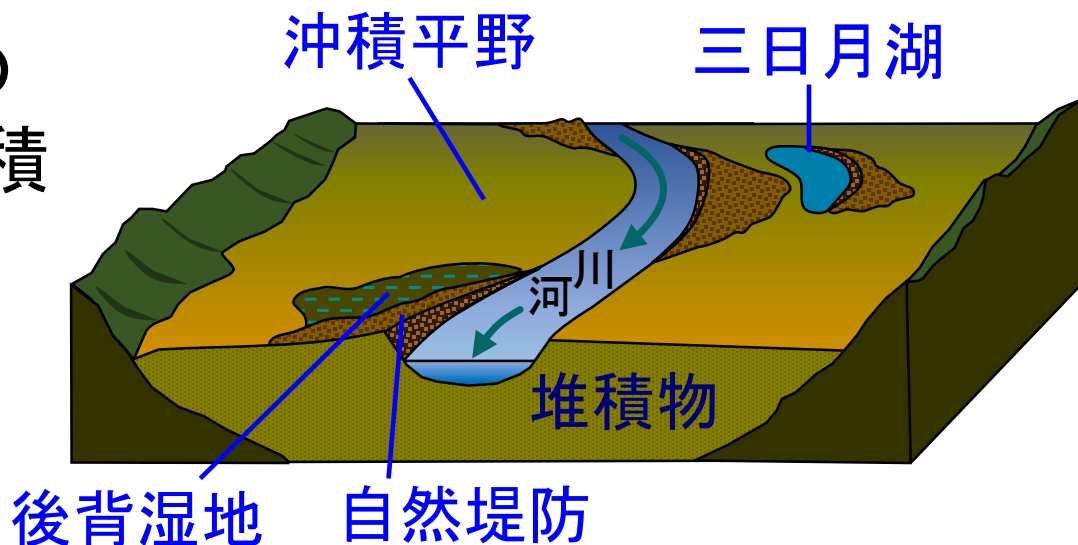


大雨が降って排水能力以上の水が流れると氾濫を起こす。



氾濫の際、上流からの土砂が川の周辺に堆積

⇒平地(沖積平野)が形成される。



河川について

文明の程度が低い時代

氾濫はむしろ歓迎され、古くから河川流域に集落がつくられていた。

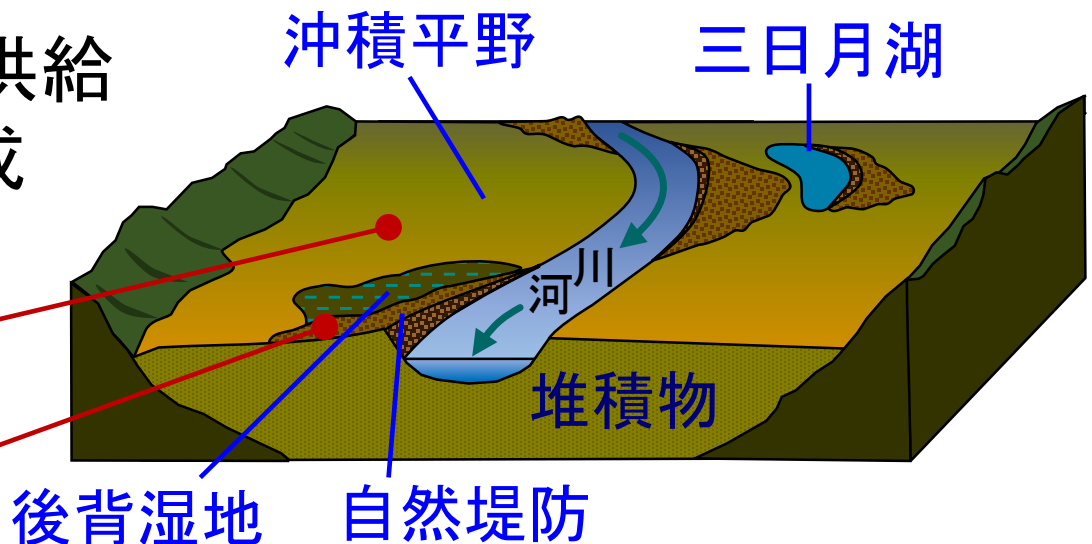
古代文明が大河川流域で栄えたのが好例

エジプト(ナイル川), メソポタミア(チグリス川・ユーフラテス川),
インド(インダス川), 中国(黄河) etc.

土砂と一緒に栄養が供給
され**肥沃な農地**を形成

農地として利用

集落



河川について

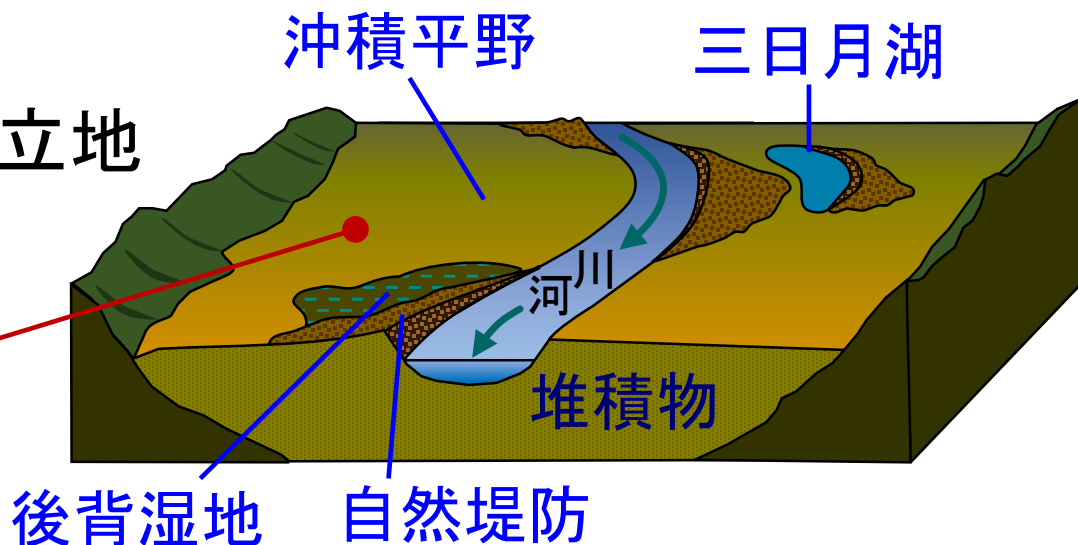
文明の高度化(人口増, 周辺の開発, 産業の活発化):
河川流域に多くの人が住み, 生産活動の中心となる.
→ 氾濫が住民の生命・財産に大きな脅威を与える.

対象災害	リスク地域面積 (国土面積に対する割合)	リスク地域内人口 (全人口に対する割合)	
		2015年	2050年
洪水	5.2%	29.1%	30.5%

出典: 令和3年版 国土交通白書(洪水に関する部分を抜粋)

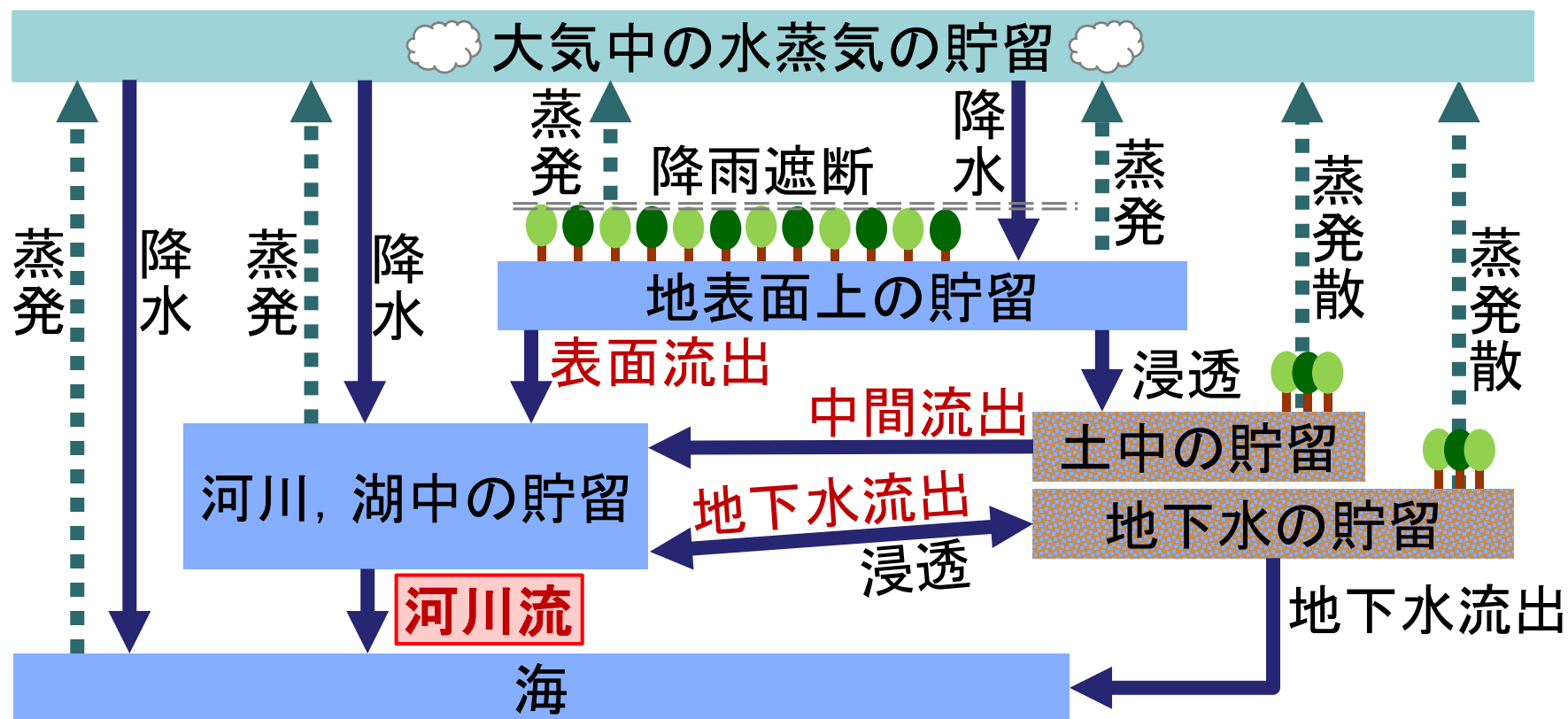
ほとんど例外なく,
大都市は**沖積平野**に立地

宅地化など



降雨の流出

【水文サイクル・水循環】 地球に存在する水の循環的な移動



河川の流れは, このような水の循環の一過程

地面に達した雨水の動き

● 表面流出

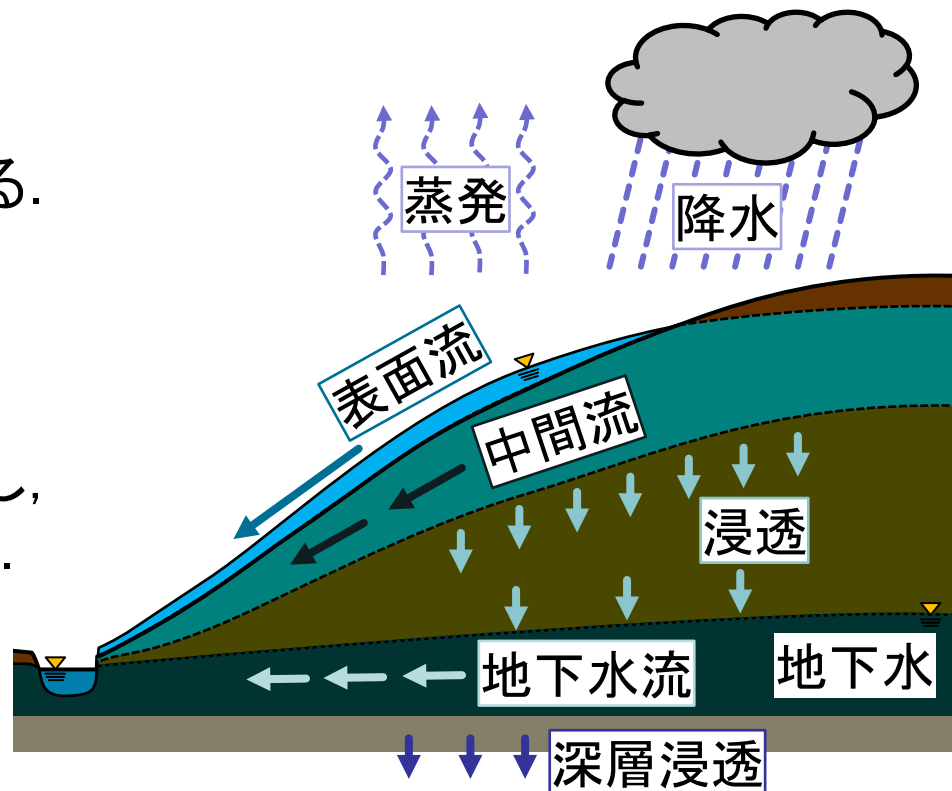
雨水が地表面を流れて河川に入る。

● 中間流出

地中に浸入した雨水の一部が比較的浅い地盤内で側方に流動し、山腹などから浸出して河川に入る。

● 地下水(基底)流出

地中深く浸入した水が地下水面に到達し、長い時間をかけて河道に流出する。



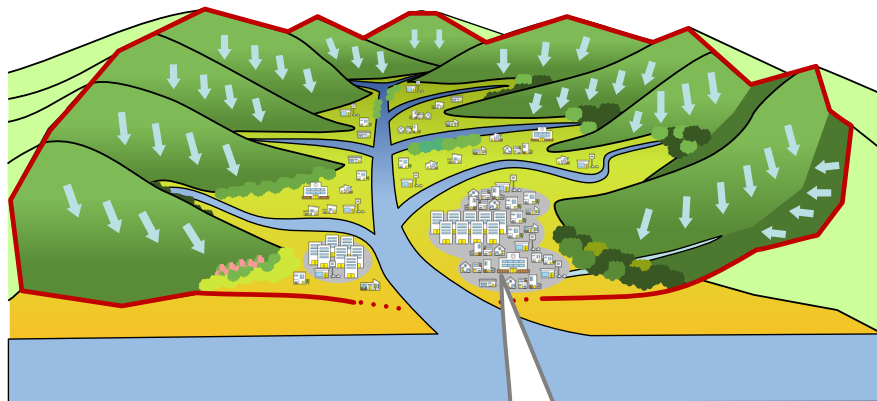
直接流出

= 表面流出 + はやい中間流出

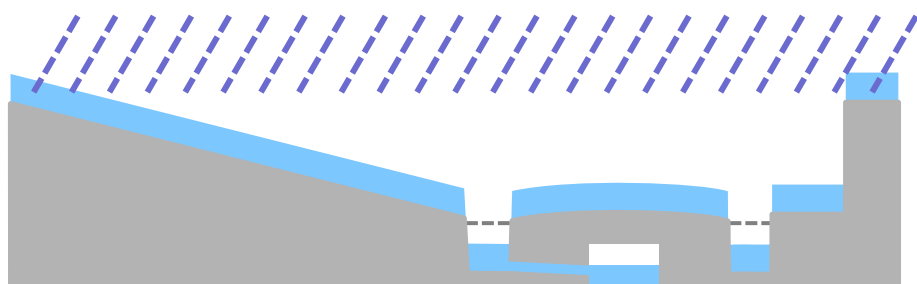
← **洪水の主な原因**



地面に達した雨水の動き

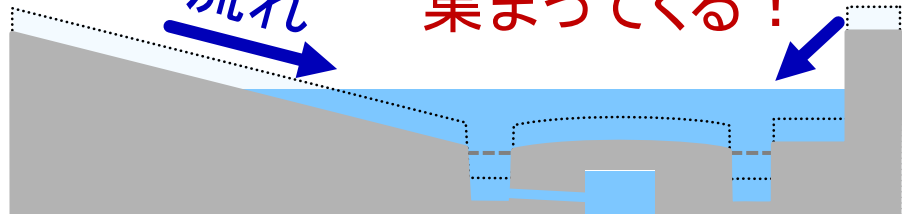


雨がまんべんなく降っても

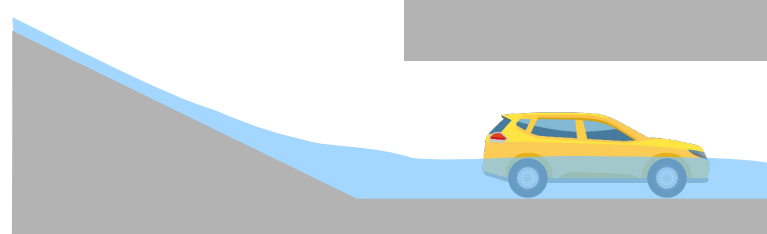


水は低い場所に
集まってくる！

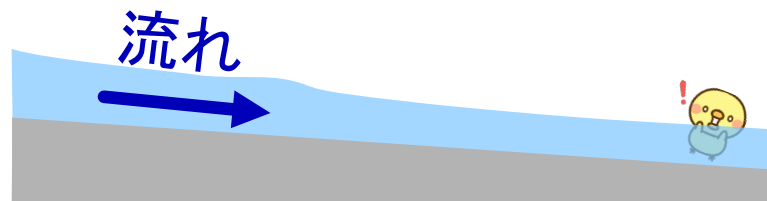
流れ



アンダーパス等では、
水深が車高を超えることもある。

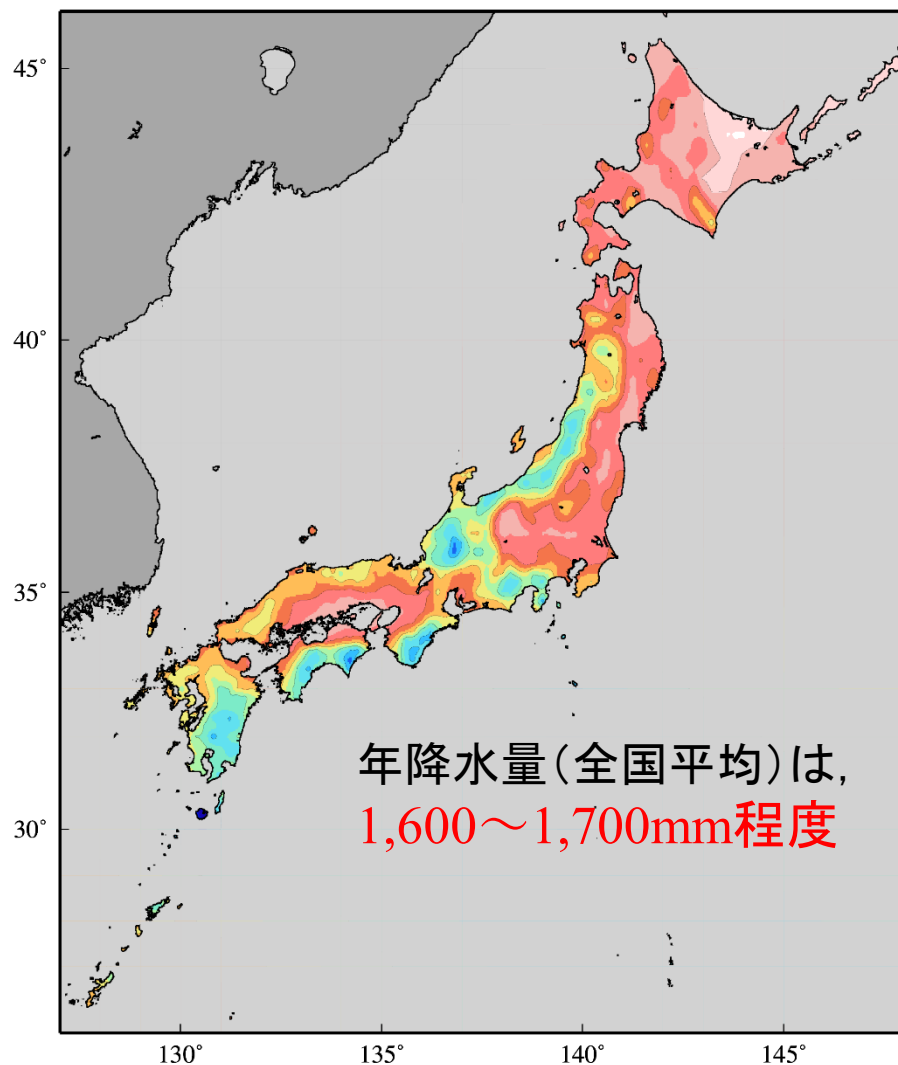


水深50～60cmで走行できなくなる。
深い所ではドアや窓が開かなくなる。

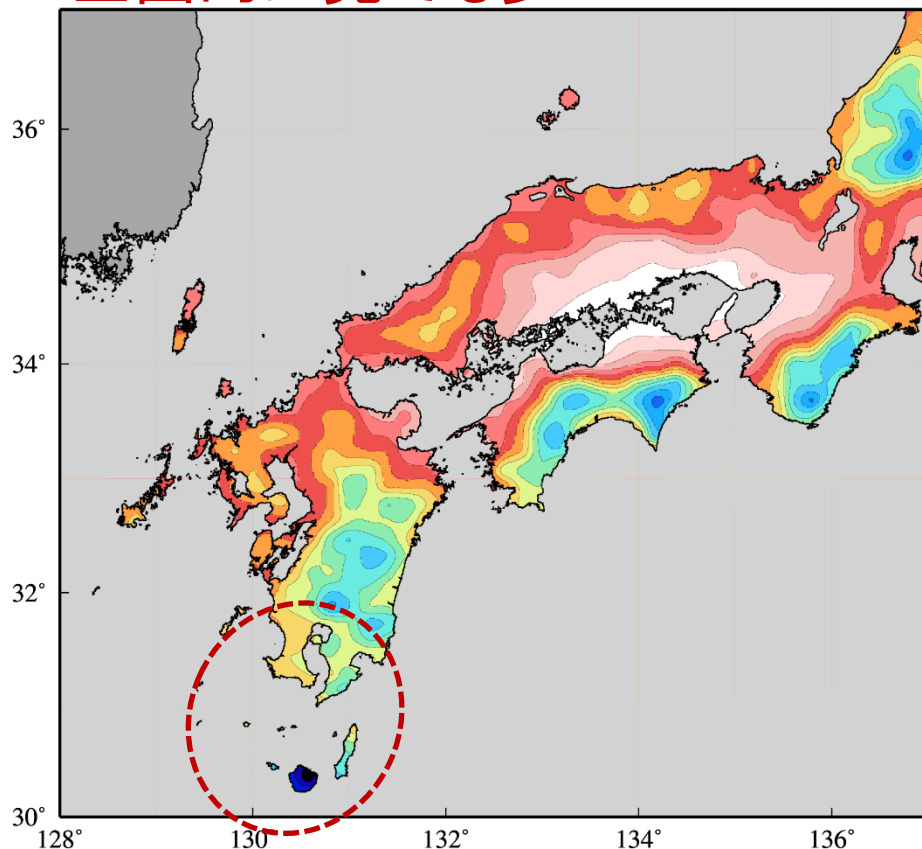


水深が膝の高さくらいであっても
流れがあると歩行が困難になる。
流速によっては車でも流される。

年間の降水量



鹿児島島の年降水量は,
2,500mm前後
全国的に見ても多い。



500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000 (mm)

1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000 (mm)

※「国土数値情報; 平年値(気候)メッシュデータ」(国土交通省):

<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G02-2022.html> を加工して作成

雨の強さと降り方

1時間雨量 (予報用語)	人の受けるイメージ 人への影響 / 屋外の様子
10mm～20mm (やや強い雨)	ザーザーと降る。 地面からの跳ね返りで足元が濡れる。 / 地面一面に水たまりができる。
20mm～30mm (強い雨)	どしゃ降り。 傘をさしていても濡れる。 / 地面一面に水たまりができる。
30mm～50mm (激しい雨)	バケツをひっくり返したように降る。 傘をさしていても濡れる。 / 道路が川のようになる。
50mm～80mm (非常に激しい雨)	滝のように降る。 傘は全く役に立たなくなる。 / 水しぶきであたり一面が白っぽくなり、視界が悪くなる。
80mm～ (猛烈な雨)	息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感じる。 傘は全く役に立たなくなる。 / 水しぶきであたり一面が白っぽくなり、視界が悪くなる。

※「雨の強さと降り方」(気象庁): https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/amehyo.htmlを編集して作成

外水氾濫への対策(計画規模)

治水事業で目標とする流量を設定

※河川を排水路と見立てた場合の排水能力

- ・ 既往最大洪水による方法
- ・ 降雨の年超過確率による方法



目標とする降雨を決定する.

一般的にその規模の降雨が発生する確率で表現する.

例) 計画規模 1/100

100年に1度の頻度で発生する規模の降雨(洪水)
を問題なく 流下させることを目標とするということ.

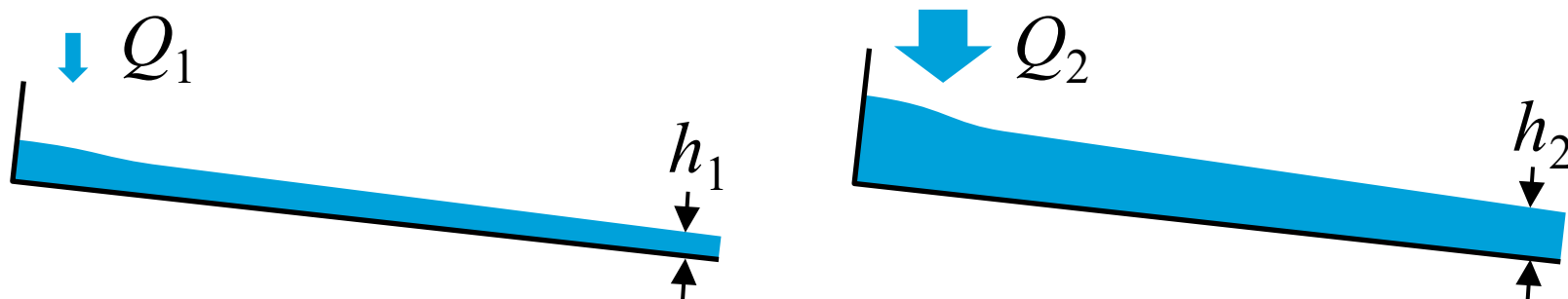


都市部の大河川等では, 計画規模1/100~1/200,
中小河川では, 計画規模1/10~1/50 であることが多い.

河川の流量・水位

【流量】河川のある断面を単位時間に通過する水の量
通常、河川の流量の単位は m^3/s が用いられる。

特徴の同じ水路（河川）の上流側に水を供給した場合、
流量の大小によって下流側における水位（水深）はどう変わる？

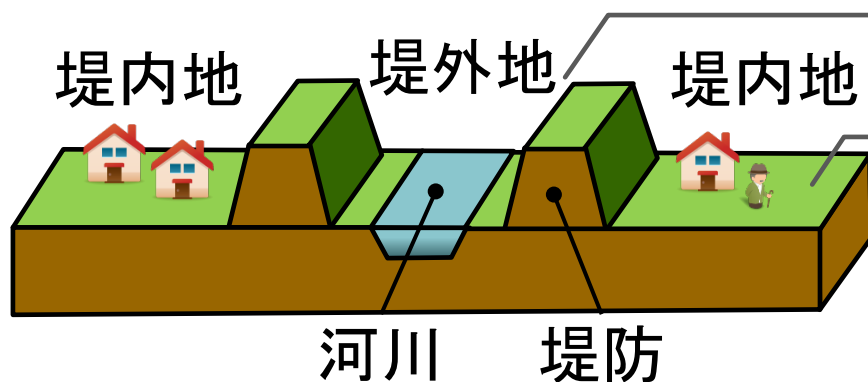


$$Q_1 < Q_2 \Leftrightarrow h_1 < h_2$$



水路（河川）の特徴が同じなら、
流量が大きいほうが水位は高くなる。

内水氾濫と外水氾濫



【外水】河川(堤外地)側の水

【内水】人が生活している領域
(堤内地)側の水

【内水氾濫】

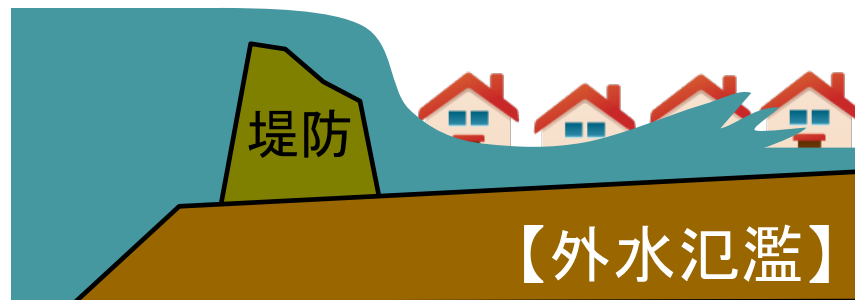
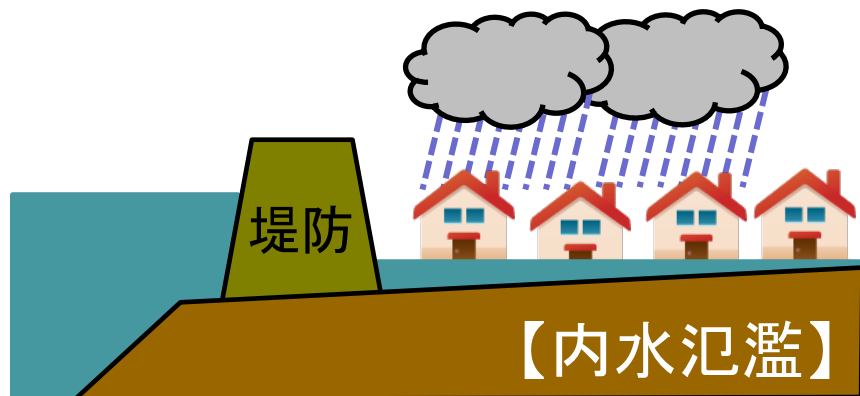
堤内地に降った雨を
排水処理できなくなる.

⇒ 頻度: **高**, 被害: **小**

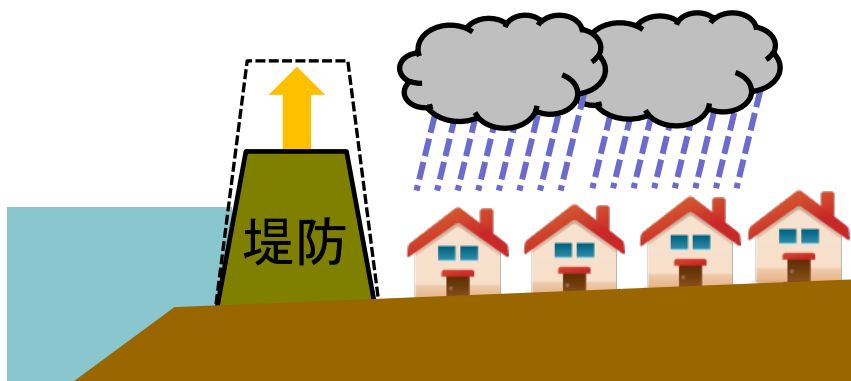
【外水氾濫】

越水や破堤によって
堤内地に河川水が流れ込む.

⇒ 頻度: **低**, 被害: **甚大**



外水氾濫への対策



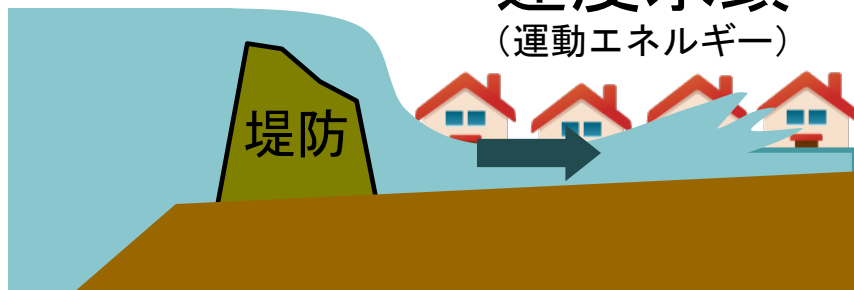
氾濫が発生した際、堤防が高いほど堤内地に流れ込む水が持つエネルギーは大きくなる。

位置水頭

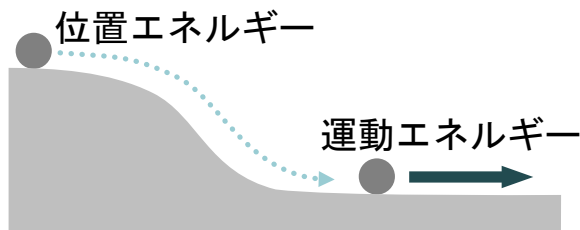
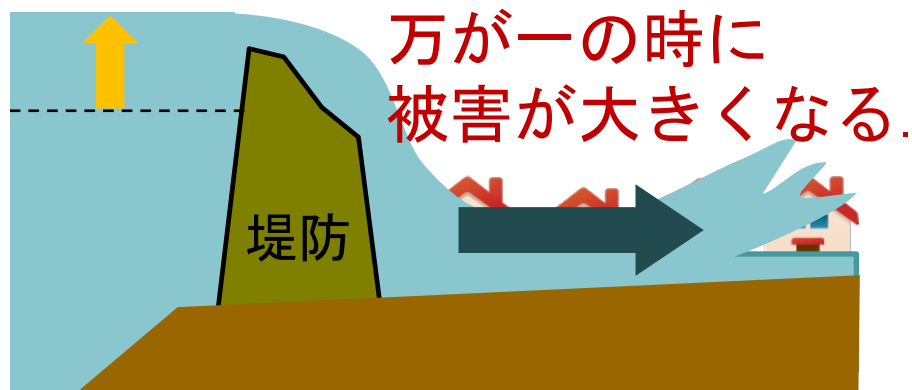
(位置エネルギー)

速度水頭

(運動エネルギー)



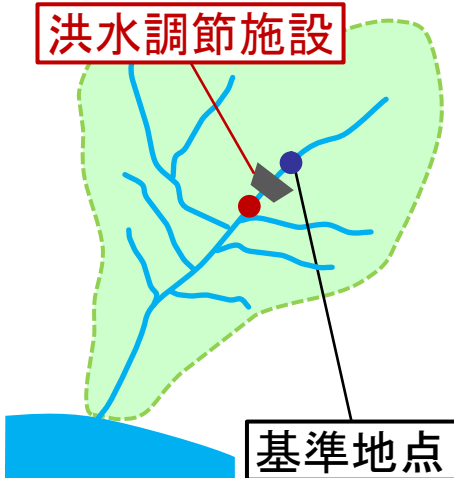
堤防を高くした場合



手っ取り早く堤防を高くすること
(堤防の嵩上げ)で対処
・・・というわけにはいかない。

外水氾濫への対策(洪水調節)

洪水調節施設

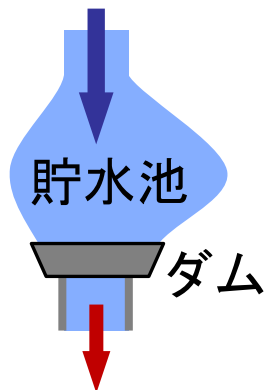


流入量(●)
放流量(●)

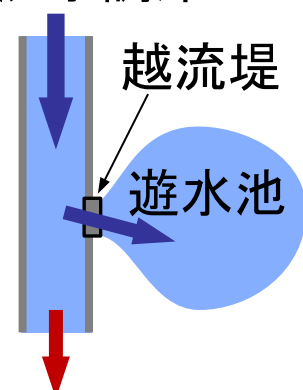
洪水調節なし



ダムによる
洪水調節



遊水池による
洪水調節

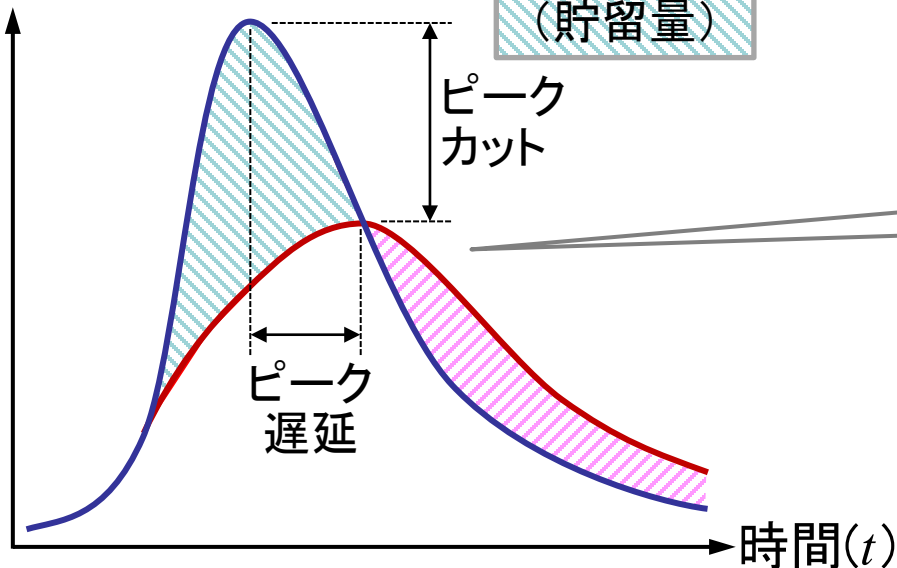


洪水調節量
(貯留量)

下洪水の一部を洪水調節施設
(ダム等)に貯める。

下流のピーク流量を減らす。

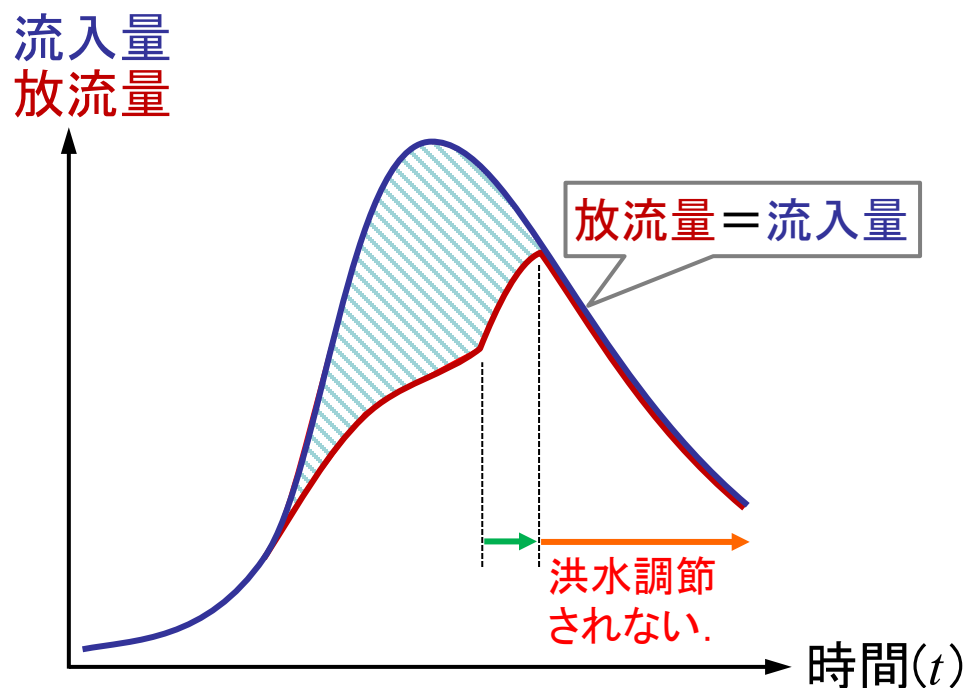
下流の水位上昇を抑える。
下流の水位上昇を遅らせる。



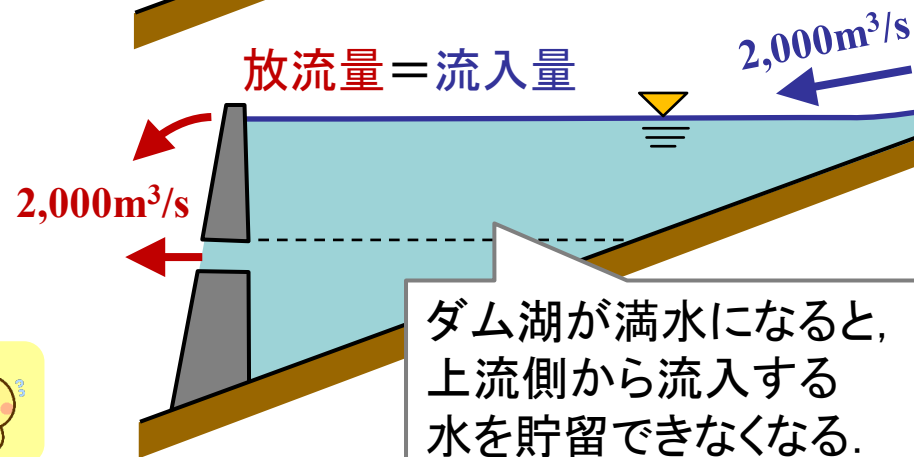
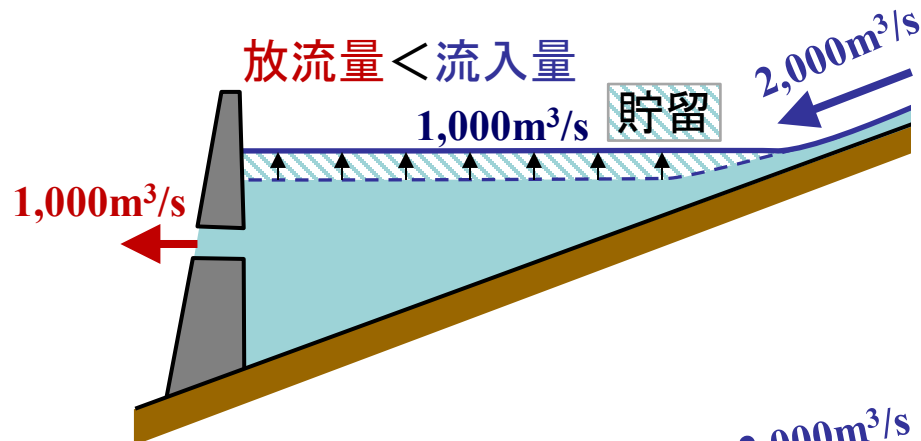
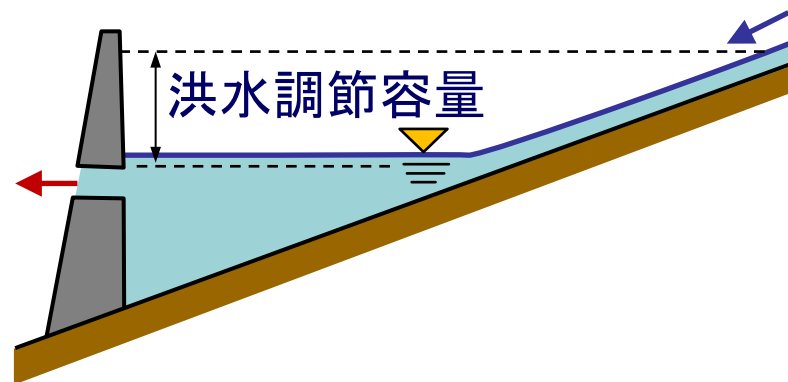
外水氾濫への対策(洪水調節)

【緊急放流(異常洪水時防災操作)】

ダムが満水になると見込まれる場合、放流量を流入量に近づけていき(→), 最終的に流入量と同程度の水量を下流側に放流する(→)。



既にダムに溜まっている水を放流する(放流量 > 流入量)ということではない。



外水氾濫への対策

計画規模以下の洪水(豪雨)への対応

主にハード対策で対応

- 治水ダムや堤防の建設
- 河道拡幅, 浚渫 など



限界があることを理解しておくべき！

計画規模以上の洪水(豪雨)への対応

主にソフト対策で対応

- 降雨状況・河川水位などの情報提供
- 浸水予想図(ハザードマップ)の作成と普及 など



**提供された情報を活用し,
自分の身は自分で守ることが重要！**

豪雨時にとるべき行動

豪雨災害

大雨に関する
気象情報

数日～
約1日前

氾濫注意情報

注意報

半日～
数時間前

氾濫警戒情報

警報

数時間～
2時間程度前

氾濫危険情報

特別警報

顕著な大雨に関する情報
記録的短時間大雨情報

氾濫発生情報



災害の危険性や深刻度の高まりに応じて情報が順次発表される。

避難行動を起こす
タイミングが掴みづらい！

警戒レベル	情報	とるべき行動
5	大雨特別警報 氾濫発生情報	何らかの災害がすでに発生している可能性が極めて高い状況。 命の危険が迫っているため直ちに身の安全を確保。
4	氾濫危険情報	危険な場所からの避難が必要とされるレベル 避難指示が発令されていなくてもキキクル(危険度分布) や河川の水位情報等を用いて自ら避難の判断
3	大雨警報 洪水警報 氾濫警戒情報	高齢者等は危険な場所からの避難が必要とされるレベル 高齢者等以外の方も普段の行動を見合わせ始めたり、キキクル(危険度分布)や 河川の水位情報等を用いて避難の準備をしたり自ら避難の判断。
2	氾濫注意情報 大雨注意報 洪水注意報	避難行動の確認が必要とされるレベル ハザードマップ等により、災害が想定されている区域や避難先、避難経路を確認。
1	早期注意情報	最新の気象情報等に留意するなど、災害への心構えを高める。

災害が想定されている
区域等では、警戒レベル4
までに避難完了！

※「防災気象情報と警戒レベルとの対応について」(気象庁): <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/alertlevel.html>を編集して作成



防災情報や自身が置かれた状況を十分に把握した上で
避難の方法やタイミングを選ぶことが大切