無断転載・共有を禁止します

流域治水について？

熊本県立大学
島谷幸宏



1．いまなぜ流域治水か？

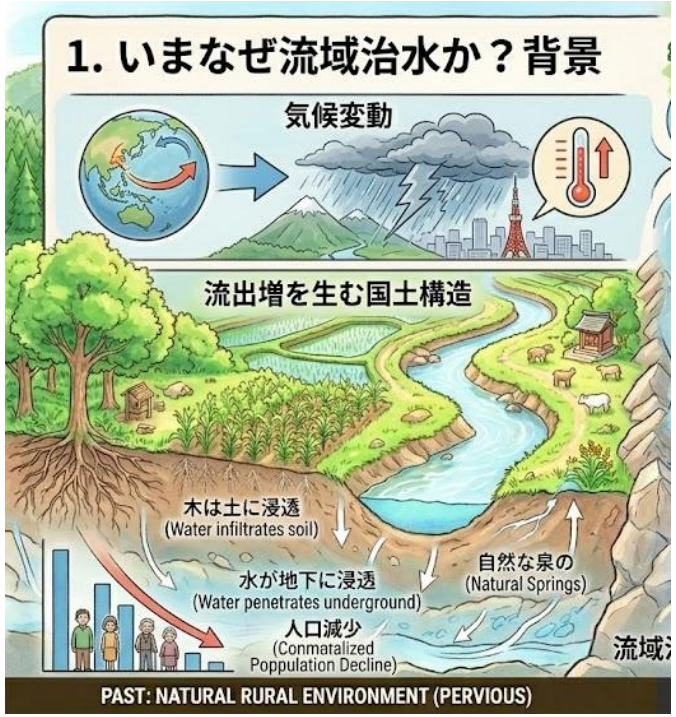
背景

- **気候変動**
- **流出増を生む国土構造**
- **人口減少**

流域治水とはリスクと恵みのマネージメント

自律分散型社会にとって重要な思想

解決の幅が広い





＜地域区分毎の降雨量変化倍率＞

地域区分	2℃上昇	4℃上昇	
			短時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他（沖縄含む）地域	1.1	1.2	1.3

＜参考＞降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
2℃上昇時	約1．1倍	約1．2倍	約2倍
4℃上昇時	約1．3倍	約1．4倍	約4倍

気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会
国土交通省

降雨強度式について

降雨強度式は、確率年毎の降雨強度と降雨継続時間の関係を定めたものであり、計画降雨の波形を設定するための河川計画の基本となる式である。

都の河川計画では、以下に示すクリープランド型の降雨強度式を採用しており、現在は東京管区気象台の昭和 2 年から昭和 41 年までの年最大雨量を確率統計処理して求めた確率雨量を基に式の定数を設定している。

$$I = \frac{a}{t^n + b}$$

ここで、I ：降雨強度（mm/h）、t ：降雨継続時間（分）、a, b, n ：定数

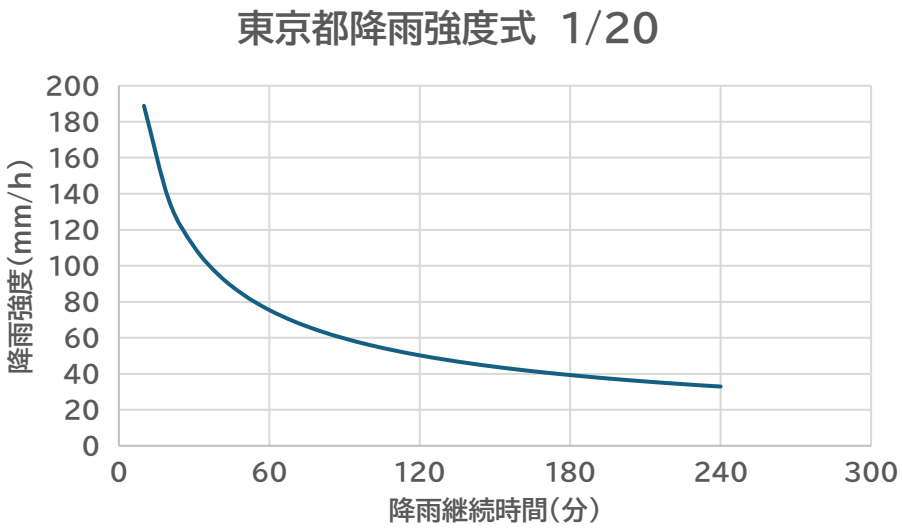
本委員会では、東京管区気象台については昭和 42 年から平成 22 年までデータの追加し、八王子観測所は昭和 51 年から平成 22 年までのデータを使用して、新たに降雨強度式の定数を設定した。

表 3.4　降雨強度式の定数一覧（東京管区気象台）

確率年	降雨強度式の定数			時間（分） 10	20	30	60	120	180
	a	b	n						
2	978	5.84	0.711	89.1	68.6	57.3	40.4	27.2	21.3
3	1,011	4.32	0.691	109.5	82.6	68.3	47.6	31.9	25.0
5	1,047	3.16	0.672	133.2	98.3	80.6	55.6	37.2	29.1
10	1,176	2.67	0.665	161.2	117.6	95.8	65.7	43.9	34.3
20	1,286	2.26	0.658	188.8	136.2	110.5	75.4	50.2	39.3
30	1,320	1.94	0.651	205.7	147.2	119.0	80.9	53.9	42.1
40	1,382	1.90	0.651	216.7	154.8	125.0	84.9	56.5	44.2
50	1,430	1.88	0.651	224.9	160.5	129.6	88.0	58.5	45.7
70	1,502	1.86	0.651	237.0	168.9	136.4	92.5	61.5	48.1
100	1,577	1.82	0.651	250.4	178.2	143.7	97.4	64.7	50.5

統計期間：昭和 2 年～平成 22 年、確率雨量算定方法：Gumbel 分布

東京都は1/20確率降雨に1.1倍したものを使っている



洪水の原因は

- 強い雨
- 都市の構造

洪水は集まって起こる



・自分のところに降った雨だけでは洪水にならない

・下流の氾濫の原因者は流域全体

・特に降った雨をすべて流出させている人は、流出抑制の責務がある

・だけど楽しくやらないと

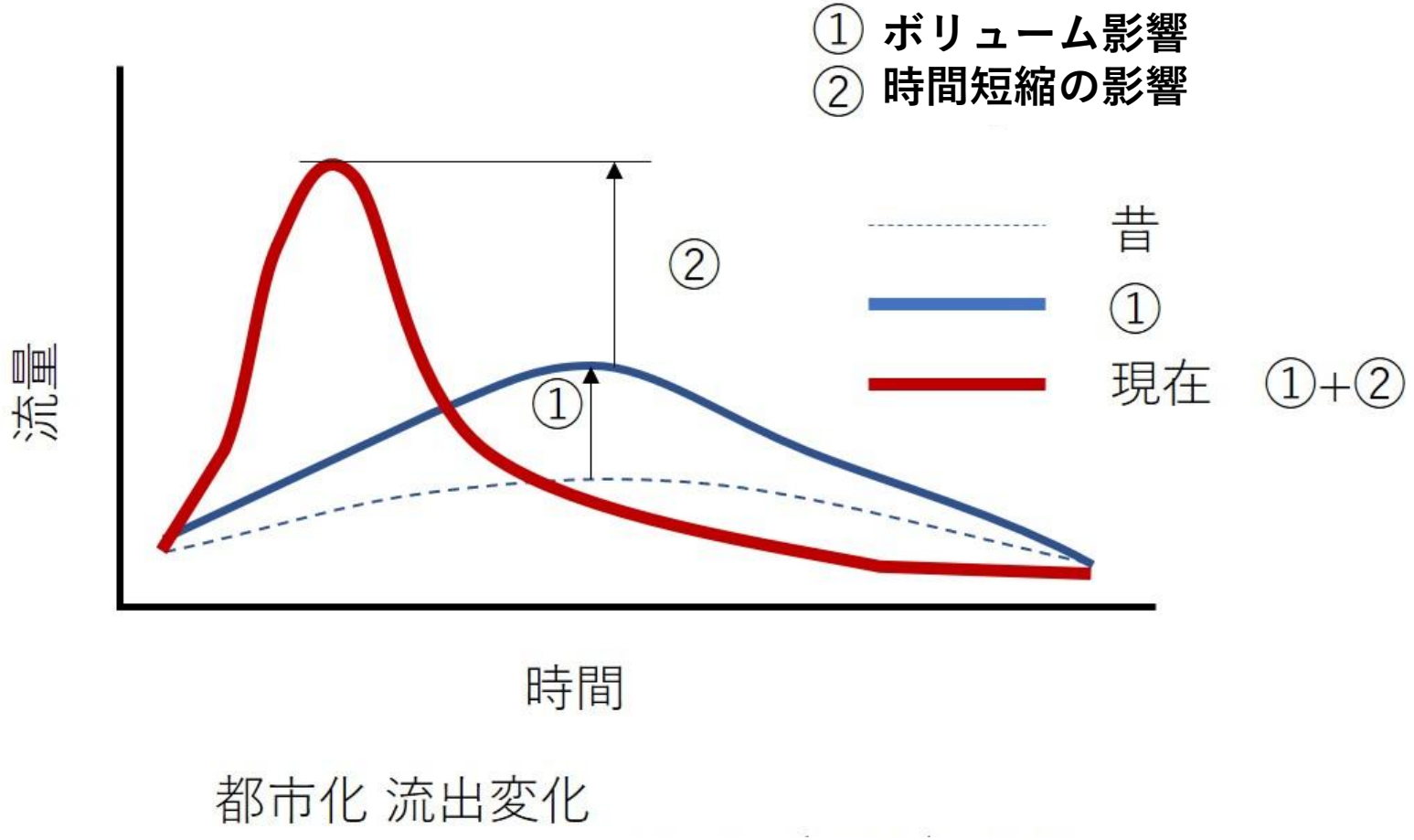
非対称性
　なぜ下流のためにやらないといけないのか？

↓

対称性
　下流の洪水は私たちが原因

流域が自ら生み出した洪水リスクを流域全体で引き受ける治水

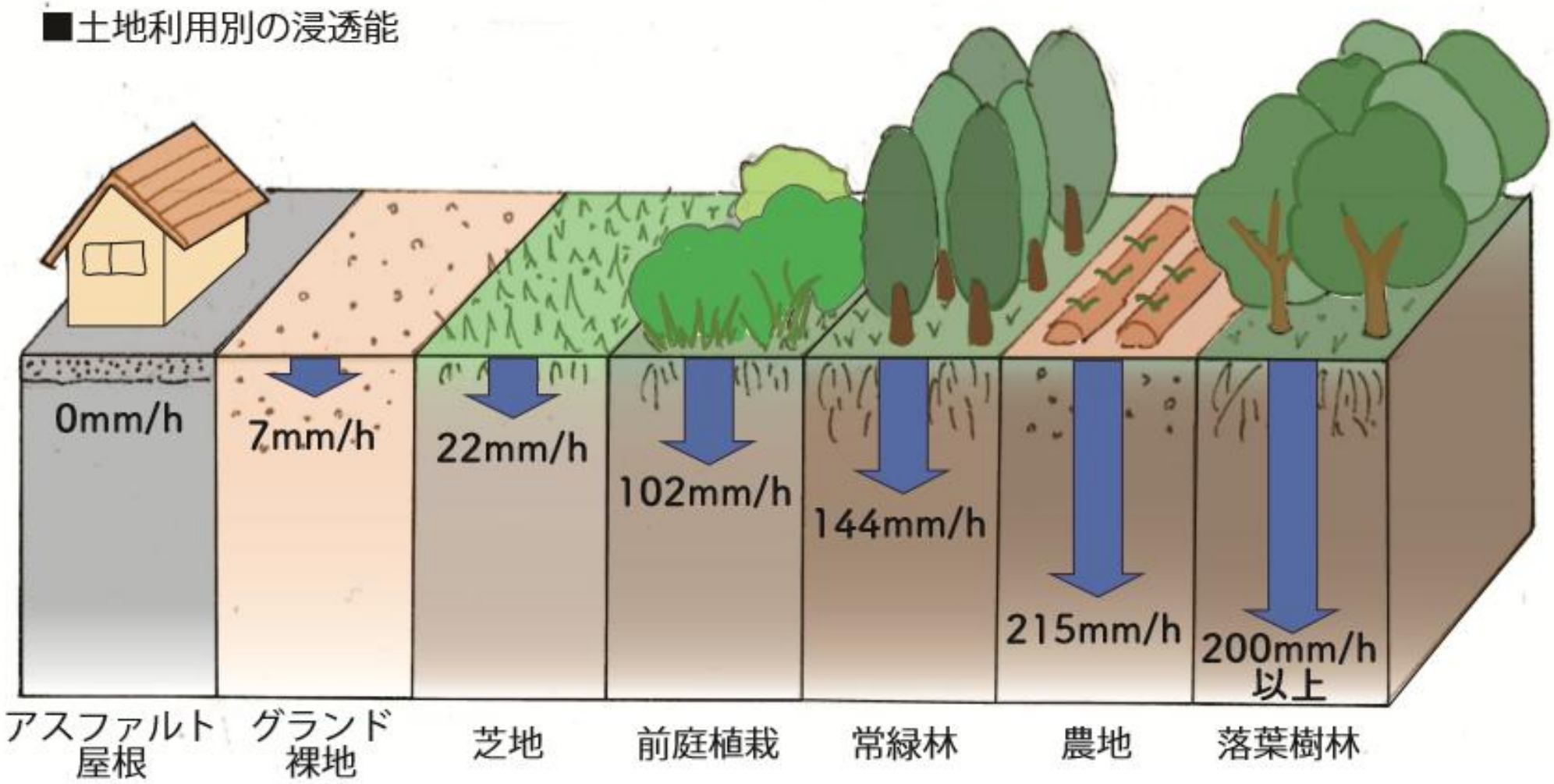
国土構造の変化　流出を増やす様々な開発、自然の劣化



都市化 流出変化

Wollesh(1989) の概念・図を参考に筆者が作成

水が浸透しなくなっている

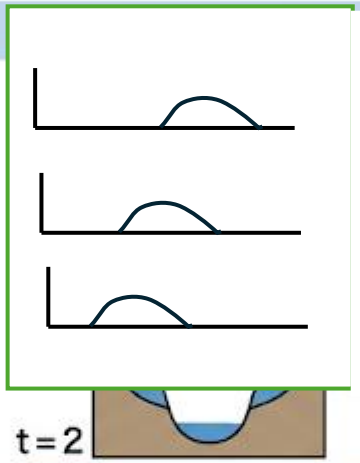


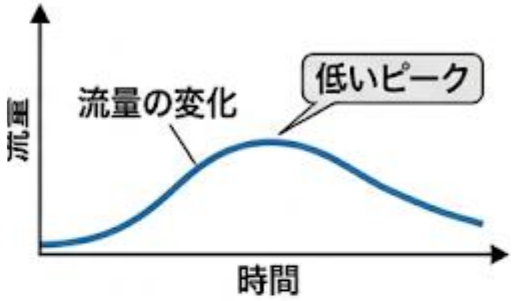
飯田晶子, et al. 神田川上流域における都市緑地の有する雨水浸透機能と内水氾濫抑制効果に関する研究―内外水複合氾濫モデルを用いたシミュレーション解析―. *都市計画論文集*, 2015, 50.3: 501-508.をもとに田浦扶充子氏作成

流速による雨水の集まり方と流量ピークの違い

Pattern A 流速が「遅い」場合（緩やかな地形など）



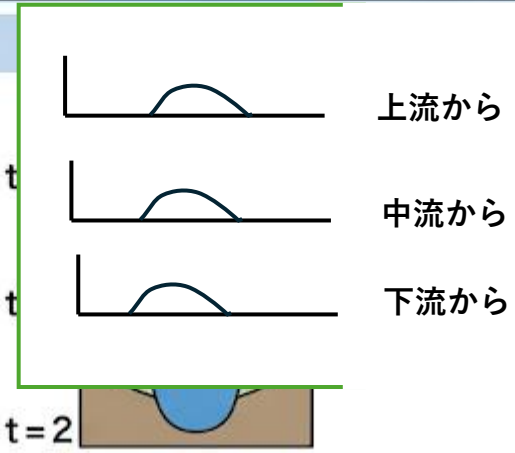


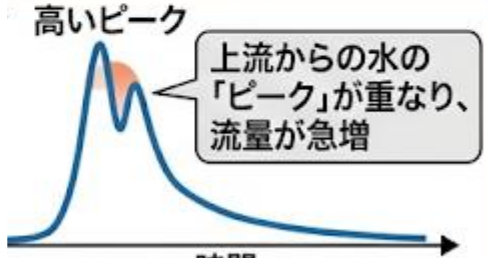


上流からの水が順次到達するため、
ピークが重なりにくい

パターン B 流速が「速い」場合（急勾配の地形など）







大量の水が一気に下流に集中し、
洪水の危険性が高まる

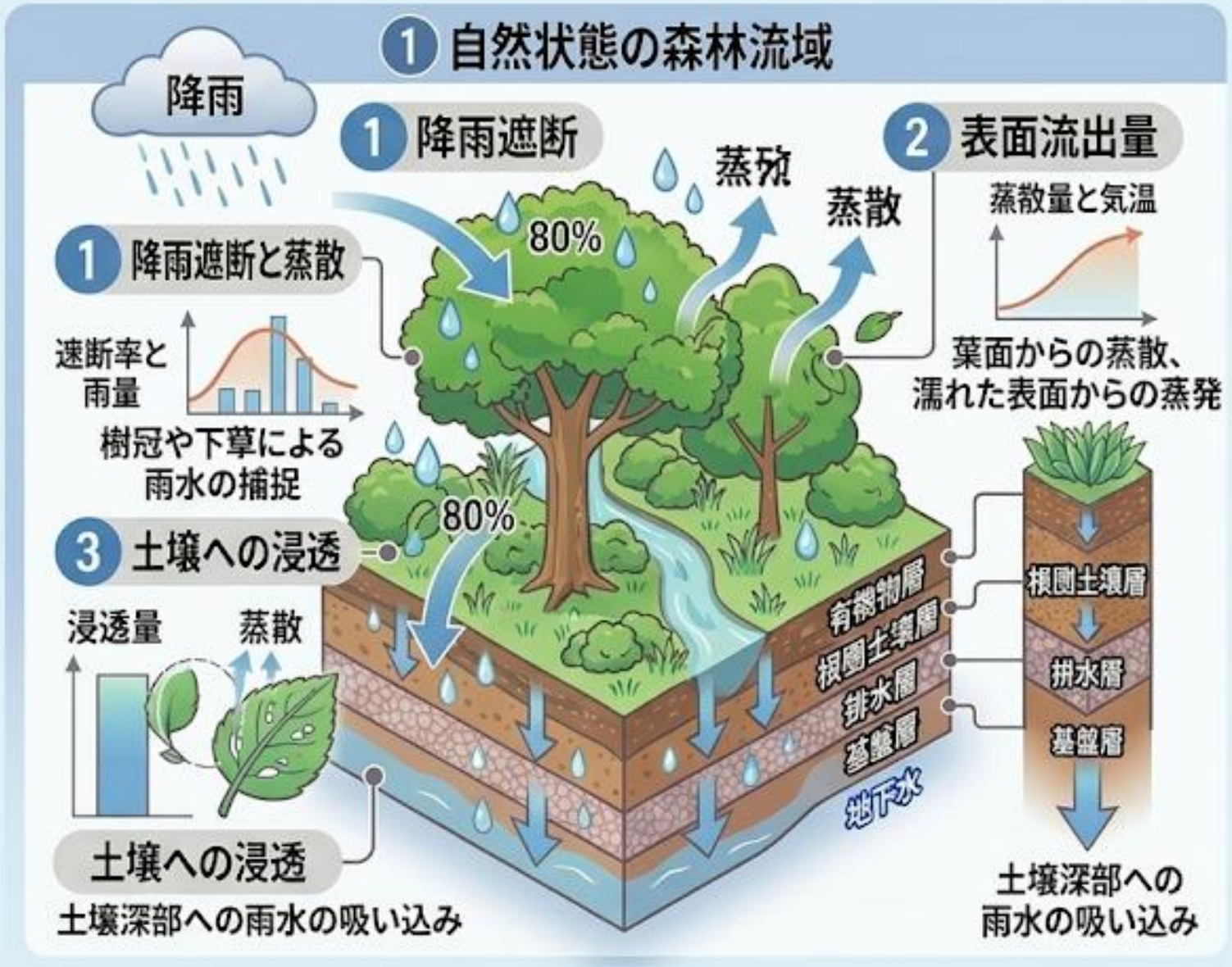
同じ降水量でも、流速が速いと水が一気に集まり、危険な「流量ピーク」を形成する。

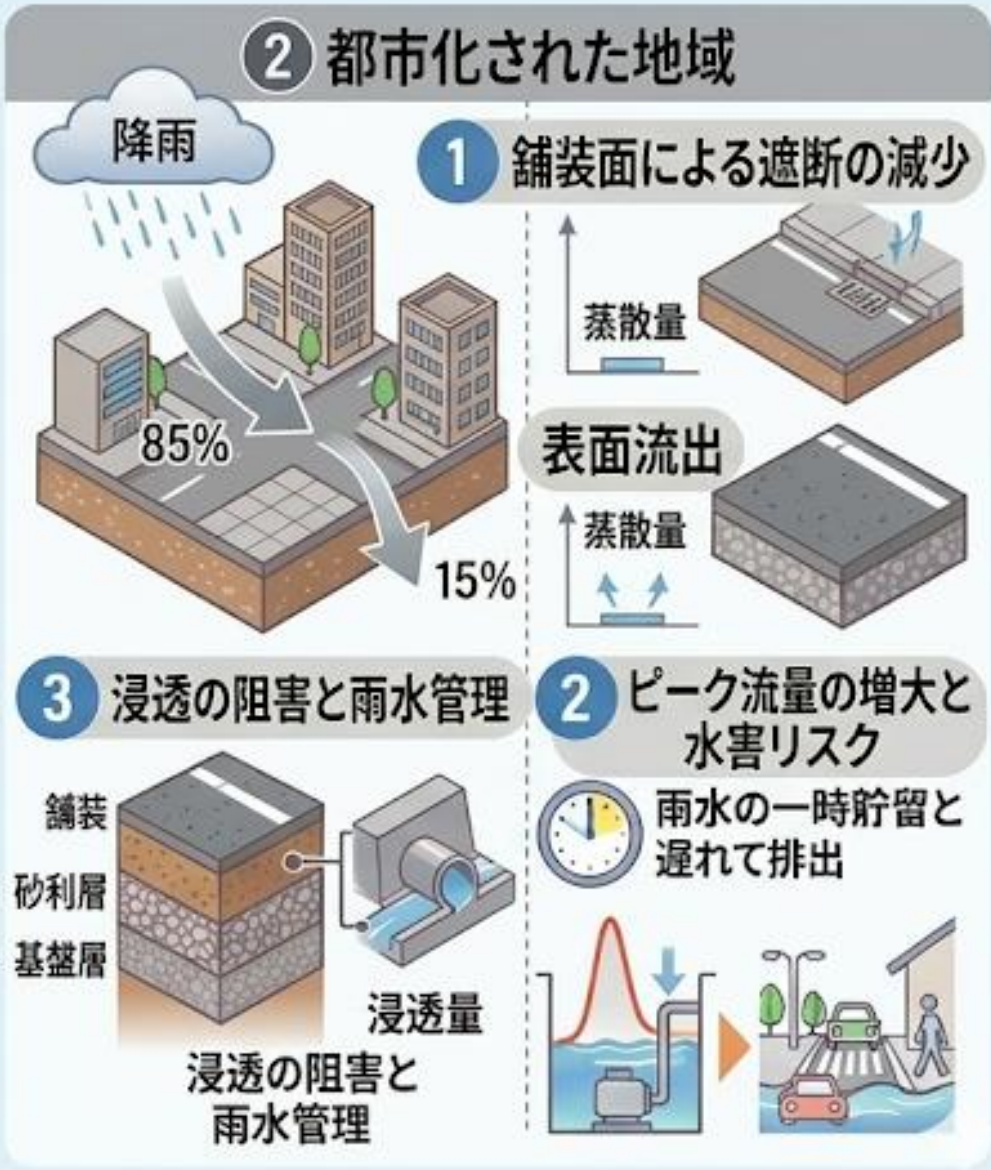
斜面都市の下水道マンホールあふれの仕組み:正しいメカニズムの解説

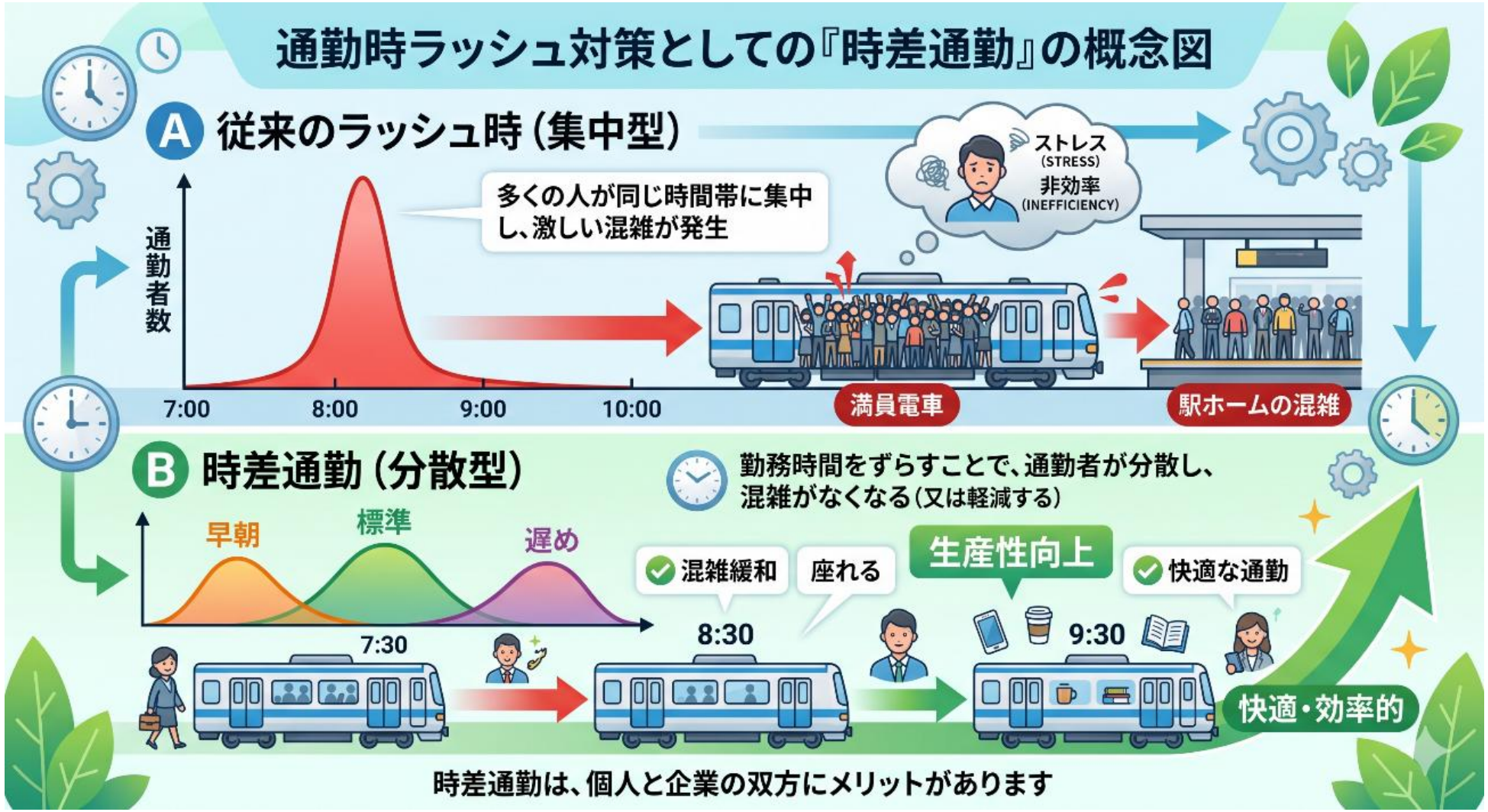


物理的な原則に基づく正しい図

都市化による水循環の変化：自然状態と都市状態の比較







対策は電車の本数を増やすか、時差出勤や在宅勤務か他の交通機関の利用しかない

↓ 流下能力向上

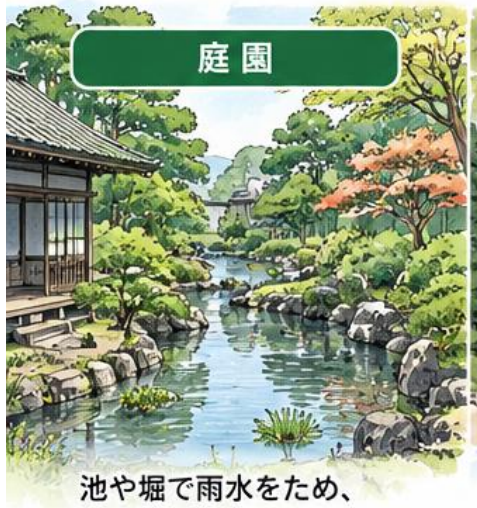
↓ ゆっくり流すためる

↓ 浸透・遮断蒸発

↓ バイパス水路

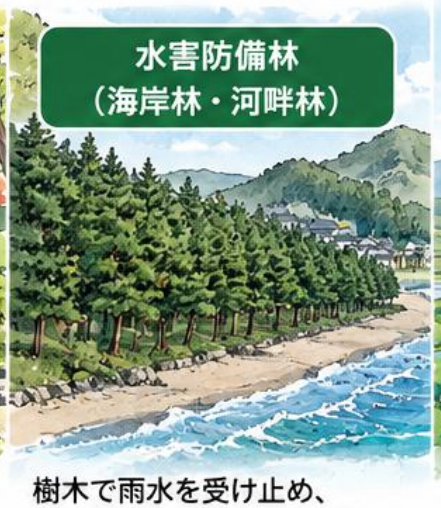
グリーンインフラは日本の伝統技術の延長線上にある

日本では古くから、自然の力を活かして雨水をため・しみ込ませ・ゆっくり流す知恵が、
暮らしや地域の中で育まれてきました。グリーンインフラは、これらの伝統技術を現代に発展させたものです。



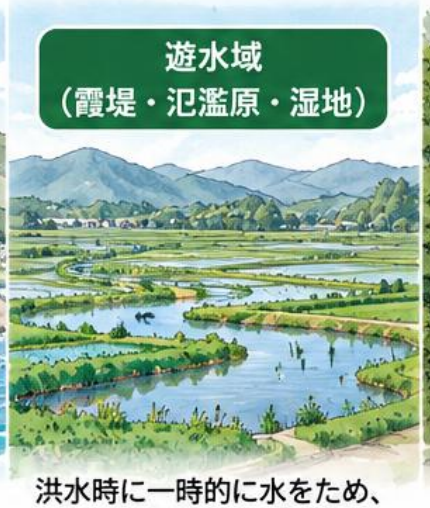
庭園

池や堀で雨水をため、
ゆっくり流す。
浸透や蒸発散を促す。



水害防備林
（海岸林・河畔林）

樹木で雨水を受け止め、
浸透させ、流出を遅らせる。
風や高潮からも地域を守る。



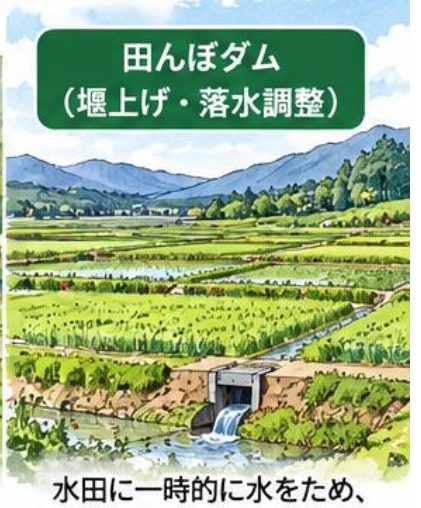
遊水域
（霞堤・氾濫原・湿地）

洪水時に一時的に水をため、
下流への流出を遅らせる。
生物の生息環境も育む。



いぐね
（屋敷林・生垣）

屋敷の周りの樹木が
雨水を受け止め、浸透させる。
暮らしと防災を両立。



田んぼダム
（堰上げ・落水調整）

水田に一時的に水をため、
流出を遅らせる。
農業と治水を両立。

伝統的な知恵・技術
（自然と共生した暮らし）

連続した考え方
（ためる・しみ込ませる・ゆっくり流す）

現代のグリーンインフラ
（自然の力を活かした社会インフラ）



都市の庭園・緑地

雨水をため、浸透・蒸発散させる
都市のグリーンインフラ。



河畔林・緑のネットワーク

樹木で雨水を受け止め、
流出を遅らせる。都市の防災・
環境・景観を同時に向上。



雨水貯留・湿地再生

公園や遊水地で雨水を一時的
に貯留し、流出を調節する。
生物多様性の保全にも貢献。



雨庭（レインガーデン）

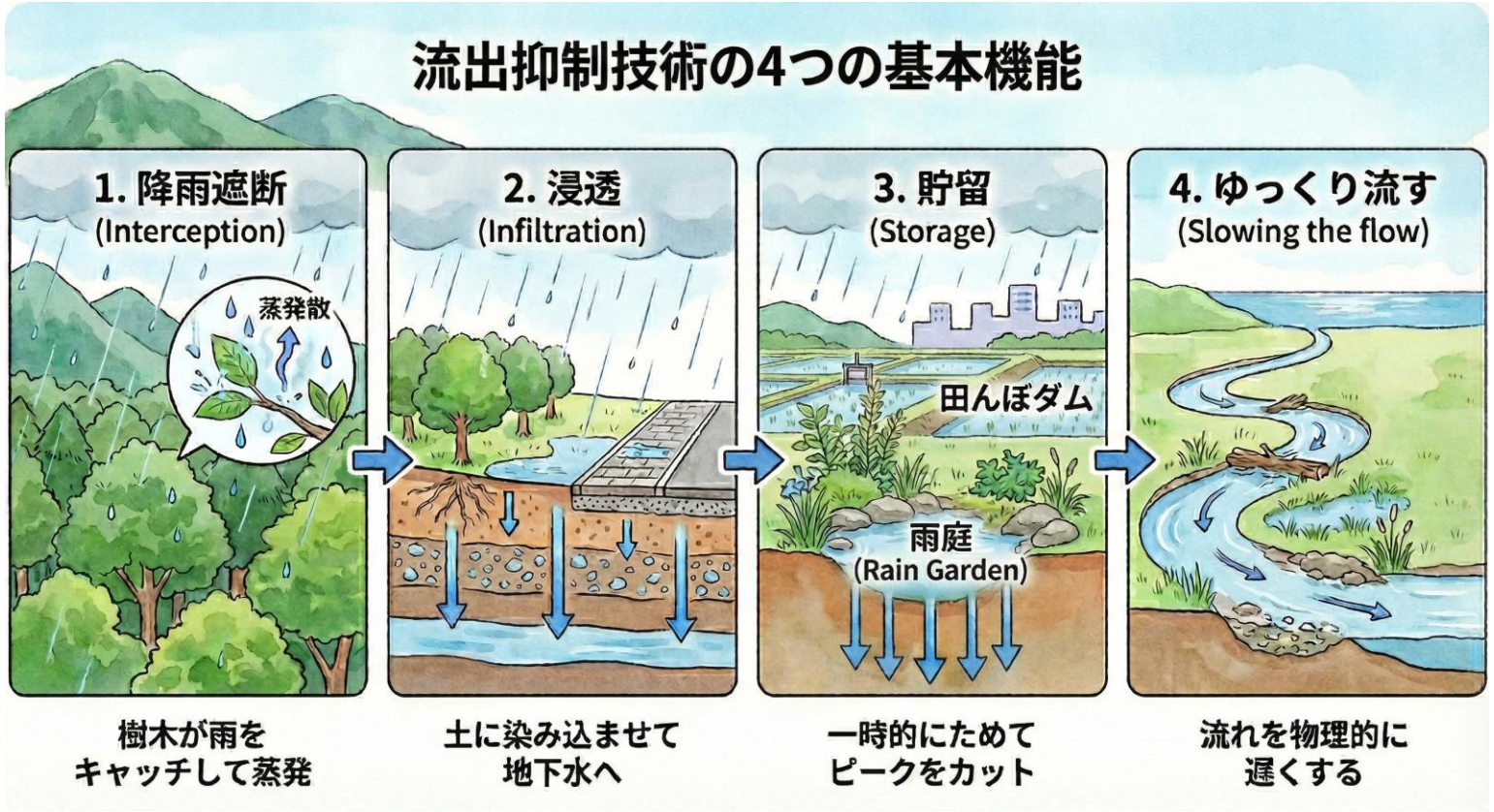
住宅地や道路で雨水を浸透・
貯留し、流出を抑える。
身近なグリーンインフラ。

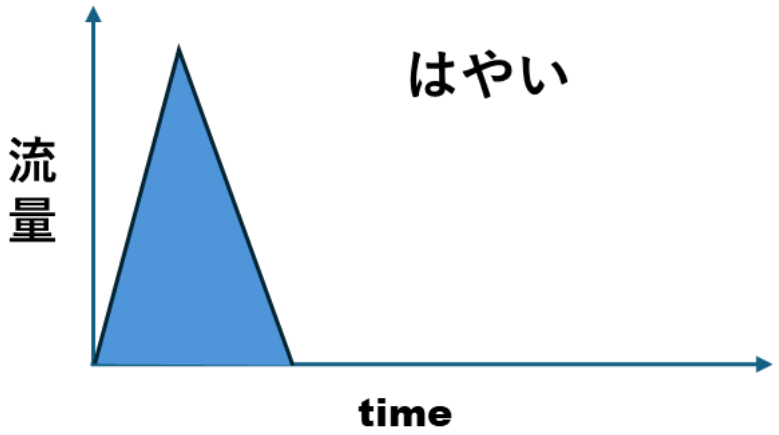


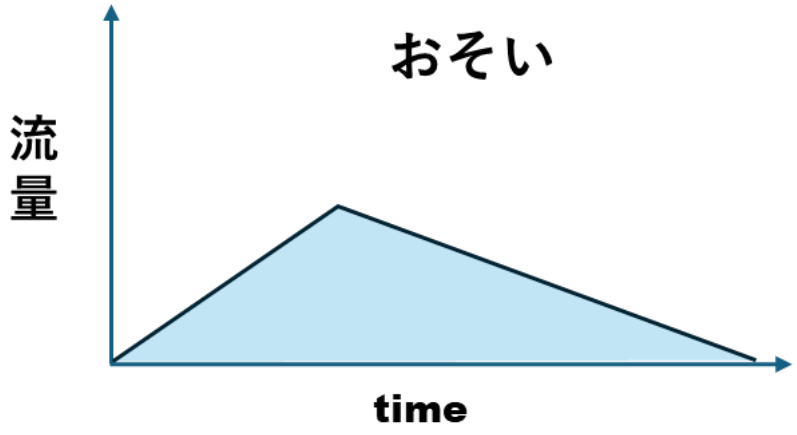
水田の多面的活用

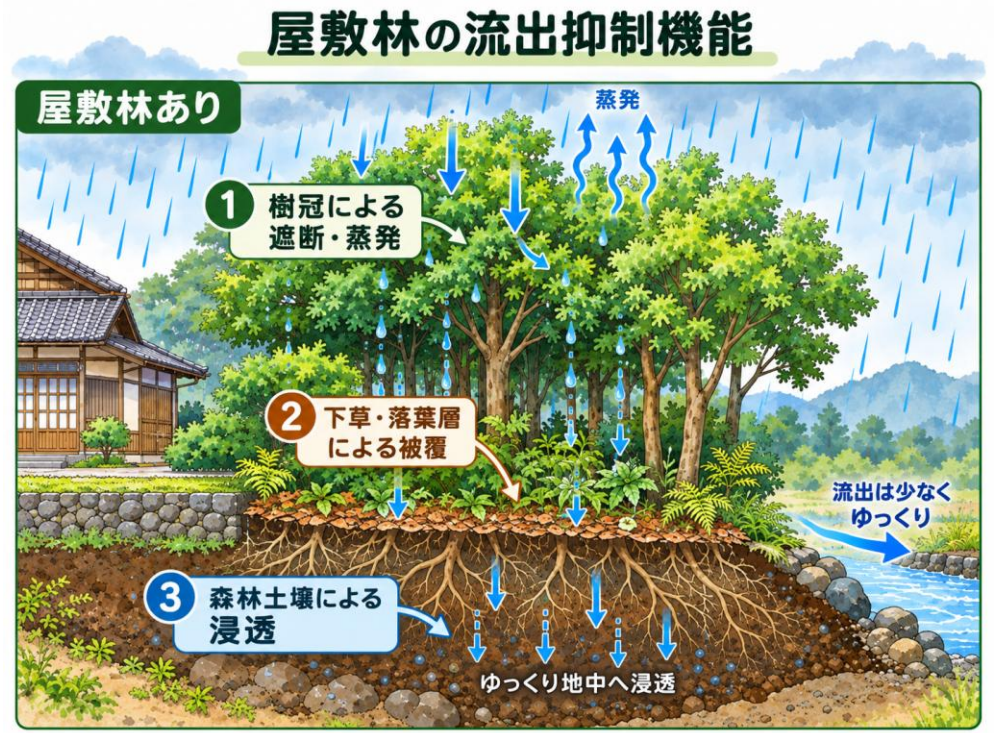
田んぼダムなどにより、
雨水を一時的に貯留し、
流出を遅らせる。

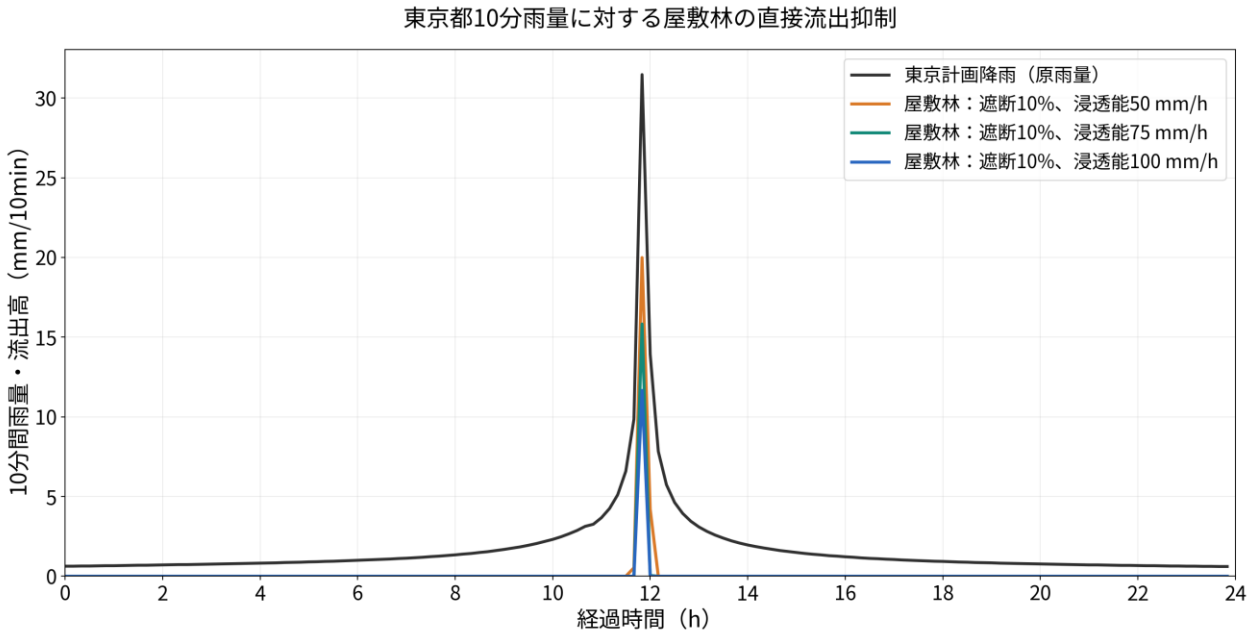
基本原理
・減らす
・ゆっくり流す











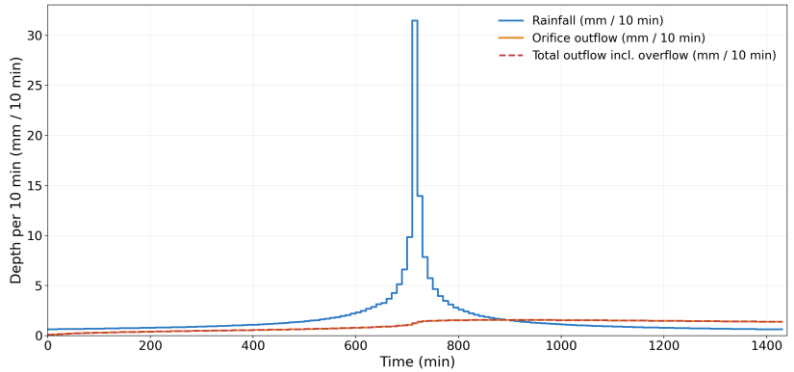
① 遮断蒸発10～20%
② 表面のクラスト（膜）抑制
③ 土壌浸透（50～200mm/h）

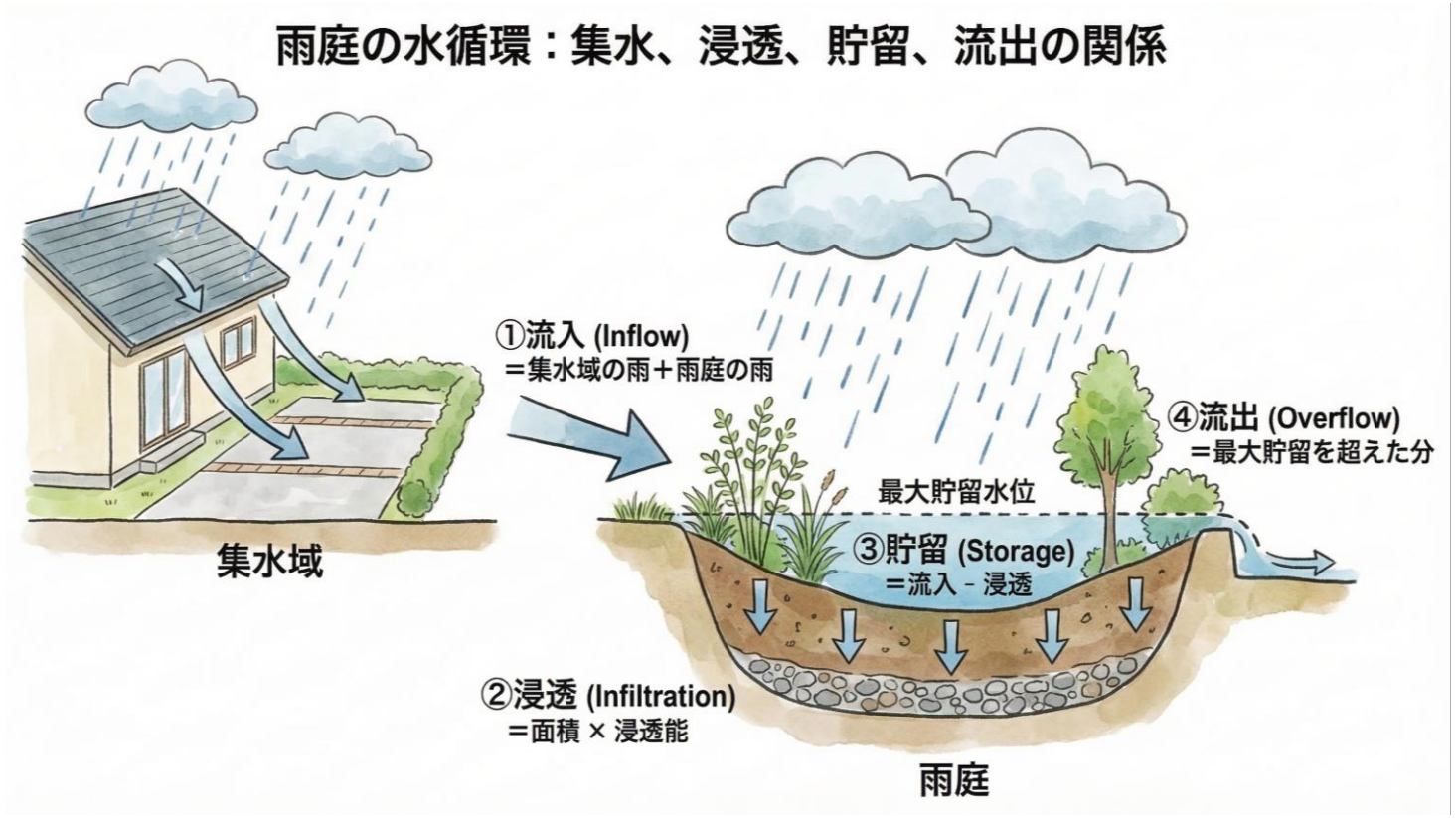




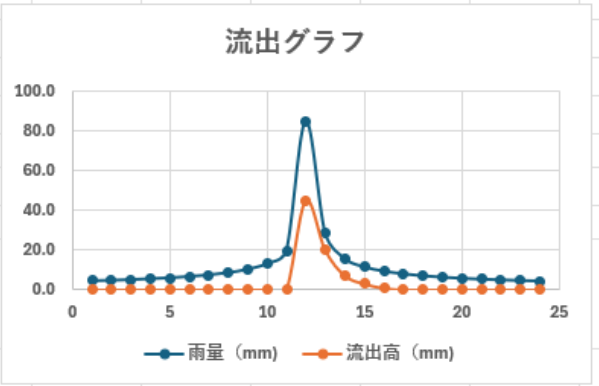
貯留型（自分のところに降った雨だけをためる）







	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		屋根面積	50	㎡		総雨量	17.2	㎡
3		雨庭の面積	10	㎡		流出量	4.6	㎡
4		雨庭の深さ	30	cm		浸透量	12.6	㎡
5		雨庭の浸透能	50	mm/h		ピーク流出	0.53	
6		雨庭容量	3	㎥		総流出率	0.27	
7		浸透MAX	0.5					
8								
9		時間	雨量（mm）	雨庭流入量（㎥）	雨庭浸透量（㎥）	流出量（㎥）	貯留量（㎥）	流出高（mm）




雨庭（Rain garden）





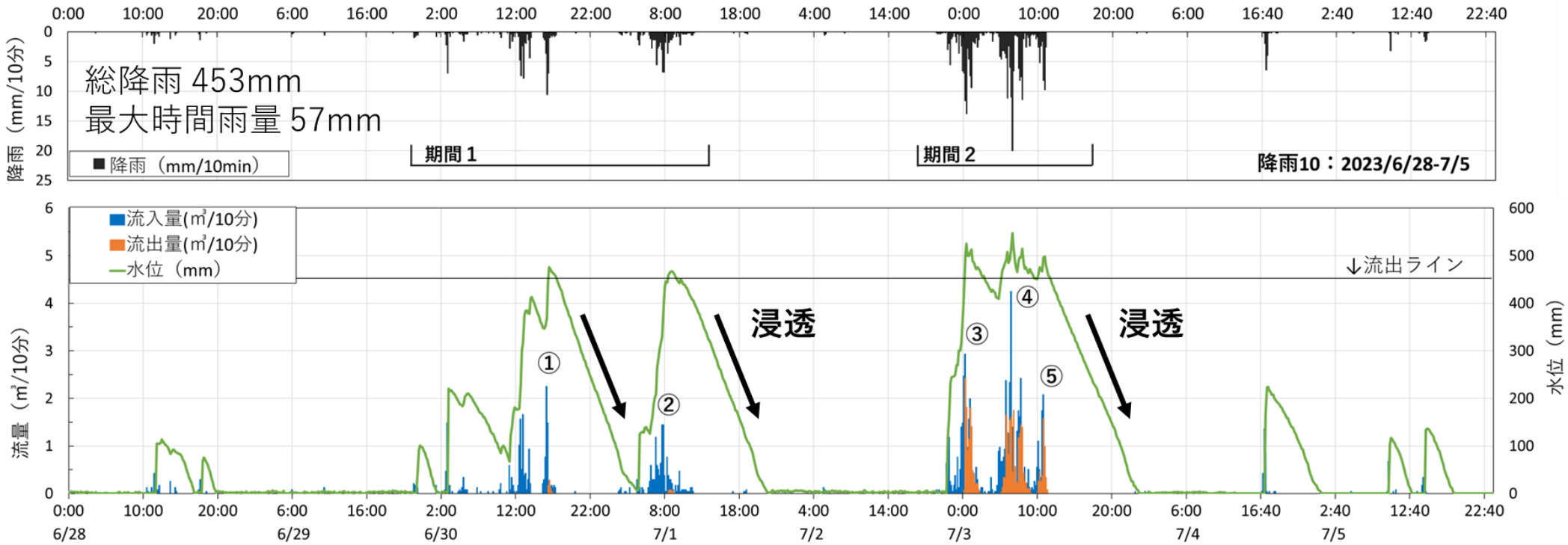


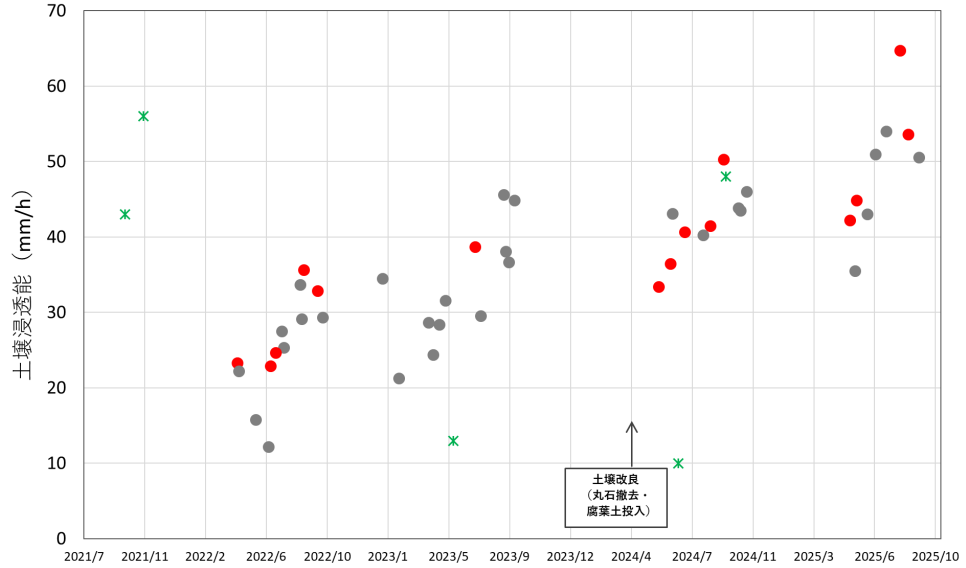












・浸透能力は一定であること
・浸透能力が上がる可能性があること

田浦扶充子, et al. 流域治水へ向けた雨庭の試行と流出抑制効果の検証. *河川技術論文集*, 2024, 30: 537-542.



土壌中には，1,500～2,400Gt（2m深）もの炭素が貯留しており，その大部分は植物や微生物が生合成した化合物を起源とする土壌有機物（soil organic matter，SOM）である。大気中に二酸化炭素（CO2）として存在する炭素量の約3倍，植物バイオマスの約４倍に相当する。（和穎2016）

，直径が250μm以上の団粒はマクロ団粒，それ以下のものはミクロ団粒と呼ばれる。（和穎2016）

マクロ団粒

マクロポア

ミクロ団粒

マクロポアの成因は植物根の貫入によるもの、あるいは限界によるひび割れ、 動物の活動によるものなどがあげられる(中野,1991).

マクロポアという用語を土壌中の選択的な流れを引き起こすと考えられる連続した間隙構造の総称として用いている.室内実験により,マ クロポアは不飽和状況下ではもっぱらぬれ前線下方の間隙空気の流出経路として機能しており,マクロポア内部を経由する水の流れは発生しないという結果を得た。（安池1996）



選択流

まとめ

- 気候変動は収まらない
- 洪水は流域全体で生まれる
- だから対策も流域全体で考える 、みんなが主役
- 堤防・調節池などのグレーインフラも大事
- 屋敷林・庭園・雨庭・遊水地などのグリーンインフラも大事
- 小さな積み重ねが、大きな効果を生む

