

乾燥・半乾燥地で樹木が水を利用するための戦略

吉川 賢

岡山大学 地域総合研究センター



1. 乾燥地の広がり
2. 乾燥地の水環境
3. 水を分かち合う戦略

2019年3月15日 平成30年度「途上国における森林再生技術」普及ワークショップ

1 乾燥地の広がり

乾燥度指数(AI) = $P(\text{年降雨量}) / \text{PET}(\text{年可能蒸発散量})$

年間降水量が最大蒸発散量の2/3を下回る土地すなわち、AIが0.65以下を乾燥地とし、その中を極乾燥地、乾燥地、半乾燥地、乾燥半湿潤地の4つに区分している。

▼ 乾燥地域の分類

乾燥地区分	乾燥度指数	特徴
極乾燥地域	$AI < 0.05$	雨期はなく、人間活動に極めて制限的な地域(砂漠)
乾燥地域	$0.05 \leq AI < 0.20$	年降水量200mm未満(冬雨季)、300mm未満(夏雨季)、50~100%の間で年変動する地域
半乾燥地域	$0.20 \leq AI < 0.50$	雨期があり、年降水量500mm未満(冬雨季)、800mm未満(夏雨季)、25~50%の間で年変動する地域
乾燥半湿潤地域	$0.50 \leq AI < 0.65$	降水が25%未満で年変動する地域、非かんがい農業が広く行われている地域

乾燥地は6150万km²あり、その広さは地球の陸地の47.7%、アフリカ大陸の2倍である。

そこに世界人口の34.7%の人々が暮らしている。

乾燥地は不毛な、無人の土地ではない。

2. 利用できる水源 Available Water Sources

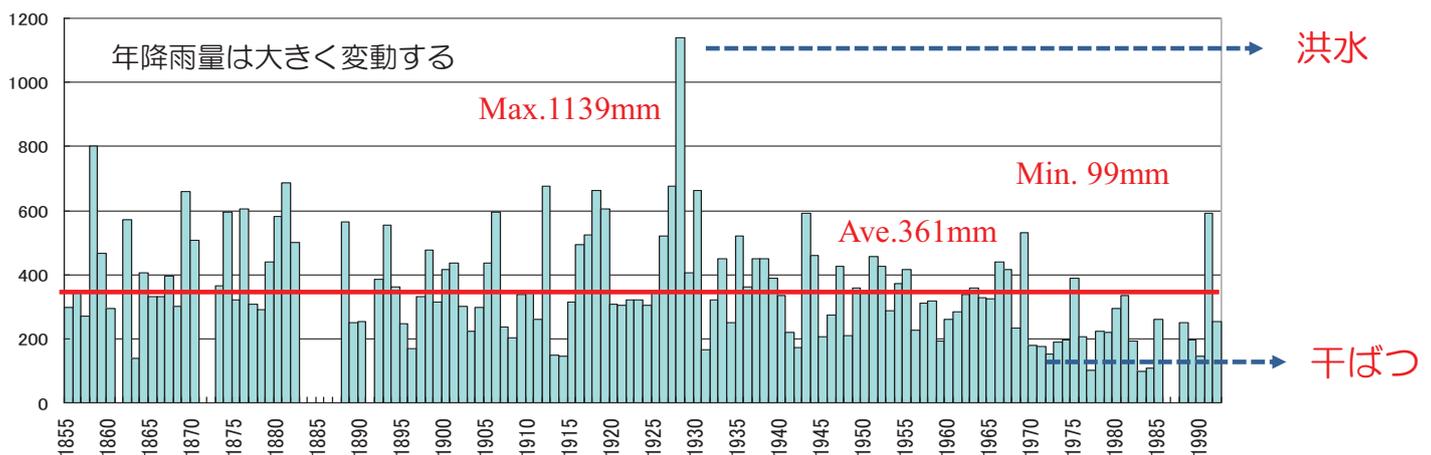
降雨	Rain water
河川水	River Water
地下水	Groundwater
霧と露	Fog and Dew

降雨は様々な形の水源となる

それぞれの水源の特性に応じて植物の間で様々な戦いがあり、対策としての戦略がある

3

年変動

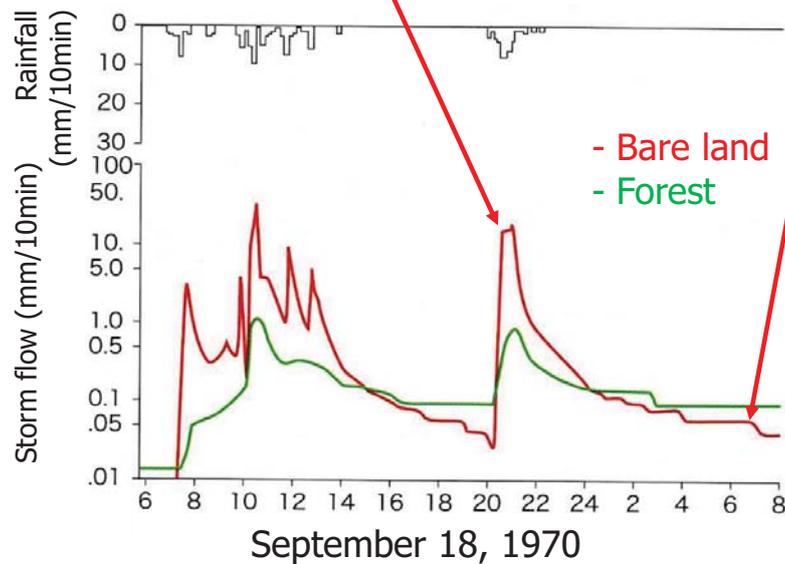


Annual rainfall (mm) at St. Louis (Nsar), Senegal, 1855-1993. Data from Aubreville (1938) and from the Direction de la Meteorologie, Nationale, Dakar, Senegal.

多年生木本よりも1年生草本の方が有利

草原は降雨量の時間的不均一さが生んだ植生である。

河川水 : 流量が不安定



5

地下水 : 高い塩分濃度 (Salinization)

水量は安定しているが、地中にある時間が長くなるほど塩類濃度が高くなって、水質は低下する。



6

3. 水を分かち合うための戦略 Strategies for Water Sharing

種構成が比較的単純な乾燥地生態系の中でさえ、ほぼ同じ水を利用している多数の植物が共存している。

しかし、同じニッチを用いる2種は共存できない（競争排除則）。

3つの戦略

1. 水不足を我慢する（耐乾性） Drought tolerance
2. 独自の水源を利用する Using unique Water Source
3. おこぼれに与る Sharing Leftovers of Other Plants

7

水不足を我慢する Drought tolerance

形態的適応

- 水消費の抑制(葉の形態)
- 吸水力の向上(導管径、根系拡大)
- 貯水
- 先枯れ（個体サイズの調整）

機能的適応

- 水利用効率の改善
- 気孔開閉の調整
- 光合成速度の増進
- 浸透調節

8

疎林化 (Open forest)



樹冠が占有する土地に降る雨で蒸発散量がまかなえなくなると、自らの樹冠の広がりよりも広い範囲から水を集めなければならないので、隣接個体との間で水の取り合いが始まる。その結果、樹冠と樹冠の間が開いて疎林となる

9

貯水 Water storage



10

先枯れ (Dieback)



胡楊(*Populus euphratica*)の先枯れ(内モンゴル自治区)

乾燥地で森林を形成する植物は総じて死ににくい。

11

独自の水源を利用する Using unique Water Source

地下部の形態と機能の適応力
地下水利用

根による土壌水分の移送 Hydraulic redistribution
霧や露のトラップ

おこぼれに与る Sharing Leftovers of Other Plants

他の植物が手に入れた水を使わせてもらえる条件はごく限られている。しかし、よく見られる現象と言えるかもしれない。

12

地下水植物 (Phreatophyte)



地中深くに賦存する地下水を利用する植物を地下水植物 (phreatophyte) と総称する。



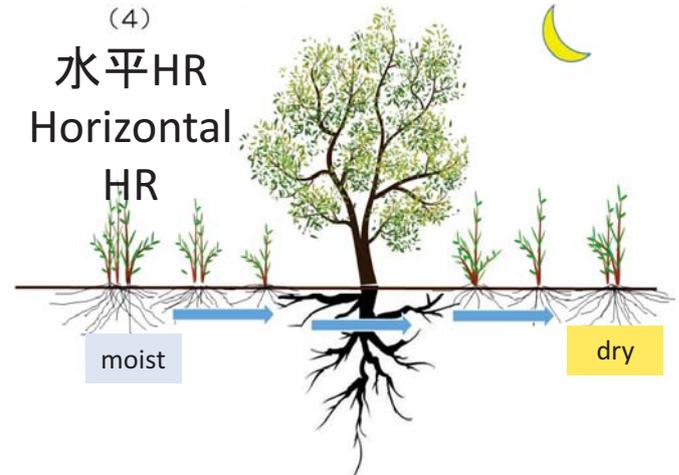
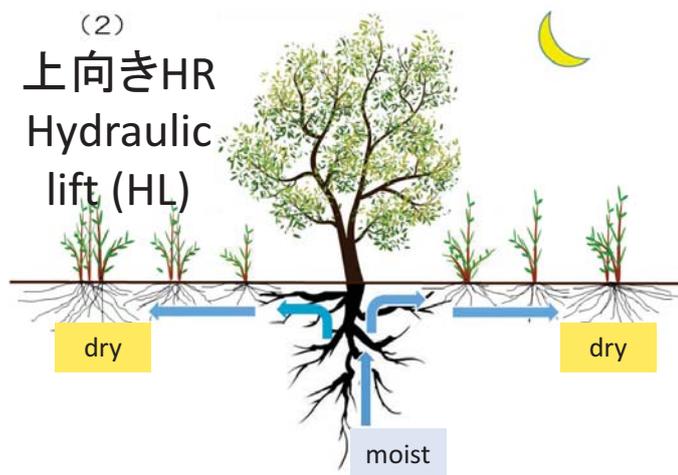
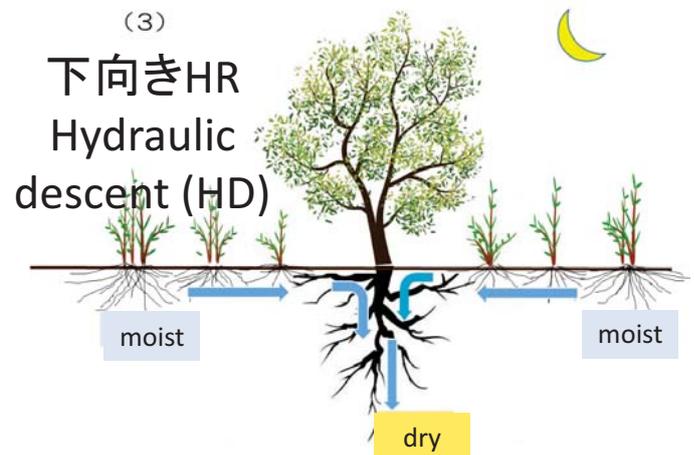
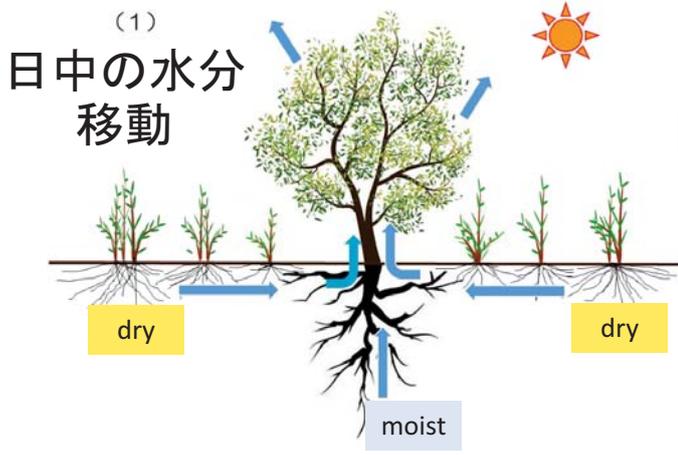
↑メスキート (*Prosopis* spp.)

←ナツメヤシ (*Phoenix dactylifera*)

発芽した後、いかに速やかに地下水にアクセスできるかが、個体の生残を大きく左右する。

13

根による土壌水分の移送 Hydraulic redistribution (HR)



メリット

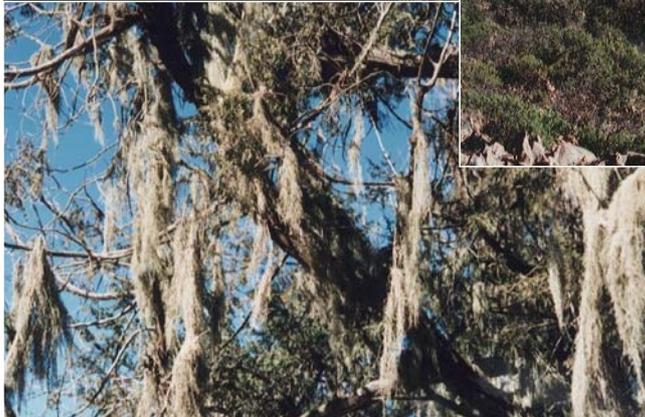
地下水植物はHRによって地下水まで垂直根を伸ばすことができる。
雨水の利用効率が高くなる。

デメリット

HRで持ち上げられてきた土壌水は周りの浅根性の草本植物に利用されてしまう。
HR能の定量的な評価が進んでいない。

霧滴 Fog droplet

高頻度に霧が発生する場所は限られているが、発生頻度は降雨よりも安定している



海岸砂漠に霧に依存した森林が成立しやすい。

結露水 Dew condensation water



結露水も、供給量が比較的安定しているため、有効な水源である。

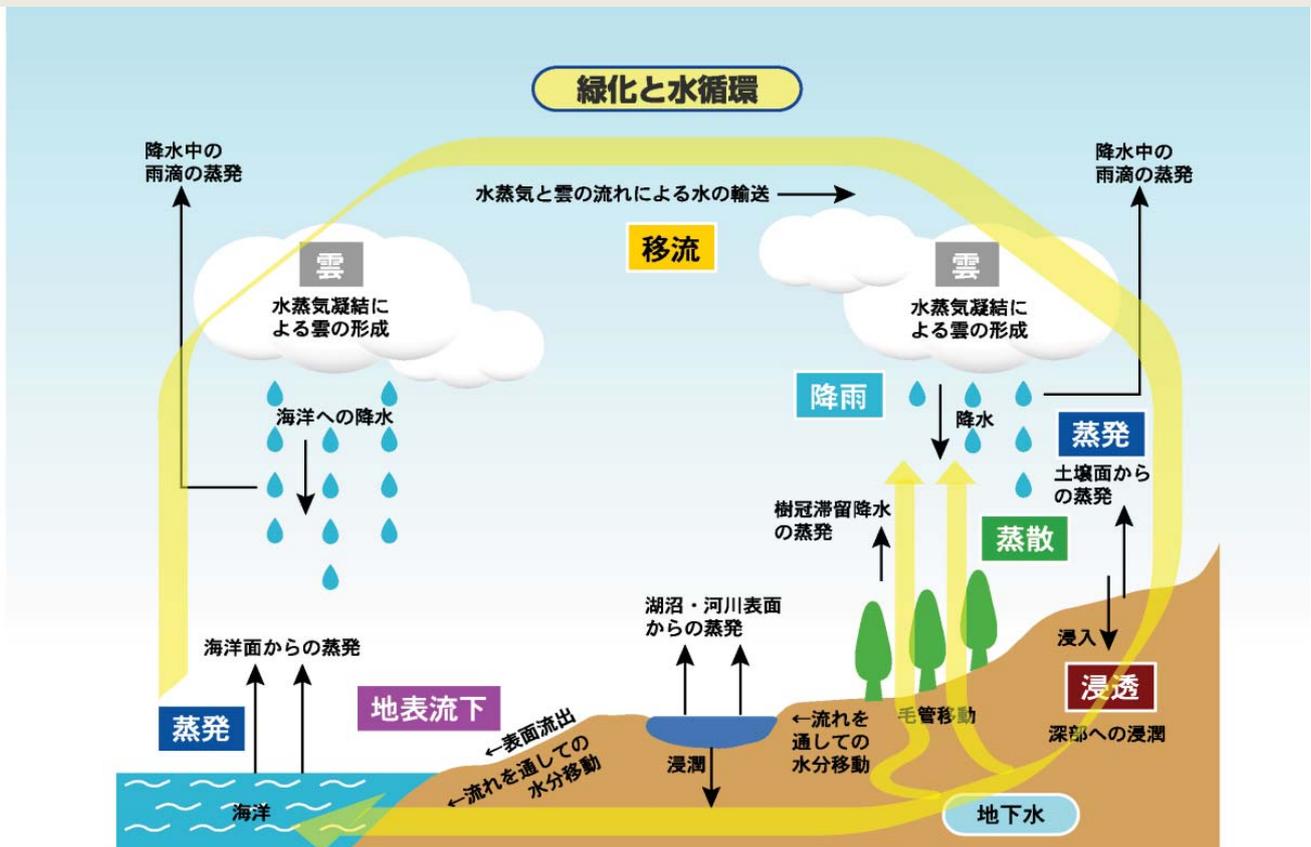
砂丘上には地表を這うように広がる根がよく見られる。

霧や露で供給される水の量を定量することは簡単ではない。



17

まとめ 水は大切な資源



乾燥地では、人の営みを含めて、あらゆる命を司る全能の通貨は水である。