

ウズベキスタン乾燥地における 保育ブロック工法を用いた 緑化技術開発

2020年3月19日
応用地質株式会社

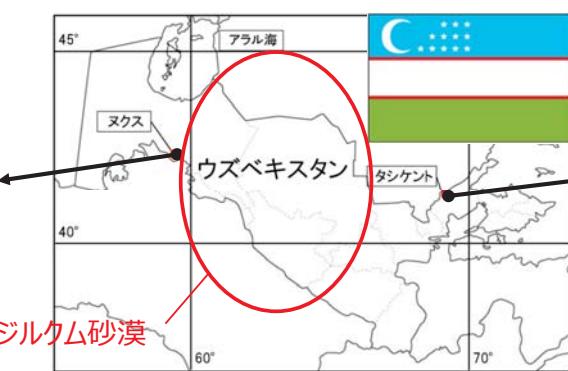
Doctor to the earth
OYO

1. 試験地：ウズベキスタン

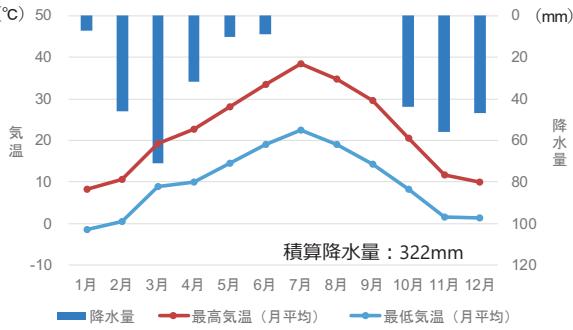
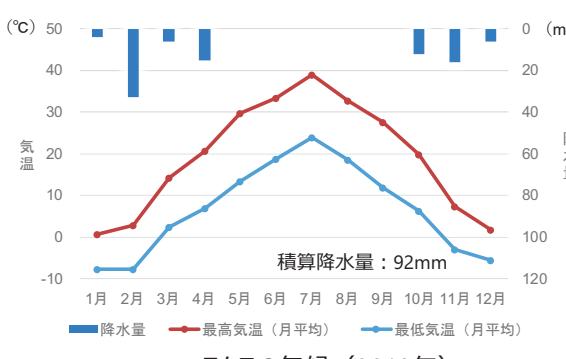
- 冬季に降雨が集中し、気温の上昇する夏季にはほとんど降雨がない。
- 中央にキルクム砂漠があり、山岳部を除き年間降水量は400mmを下回る。100mm～200mmの都市も多い。



砂漠地：ヌクス
H29～



タシケント郊外：
アングレン R1年～



◆ 参照：AccuWeather (AccuWeather.com) のデータを編集

2. ウズベキスタンの緑化ニーズ

- 綿花栽培等のためのダム建設、灌漑農業によりアラル海の水量は1／3まで減少。山地では、放牧のための森林伐採も行われた。
- 現在、ウズベキスタン政府も積極的に環境対策を行っているが、大陸性の寒暖差の激しい気候、少ない降水量等問題が多くあり、効果的な緑化技術を模索している。



ニーズ 1

オアシス都市ヌクス

- ①砂漠地の新たな緑化方法に期待
- ②デルタ地帯での節水型緑化



ニーズ 2

アングレンの山地

- ①森林の回復：涵養林、防災として機能

1900年頃
(ソ連統治前)

標高
1200~1400m

現在



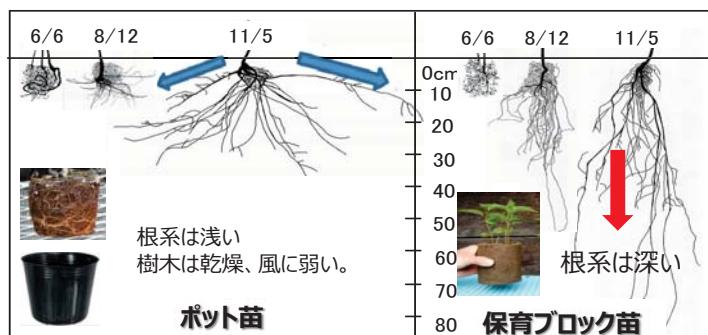
3. 保育ブロック工法

保育ブロックの紹介

<保育ブロックの特徴>

- ✓ 保水力が高い
- ✓ 早期に苗の直根を地中深くに誘導
- ✓ 地中深くの水分を効率良く吸収

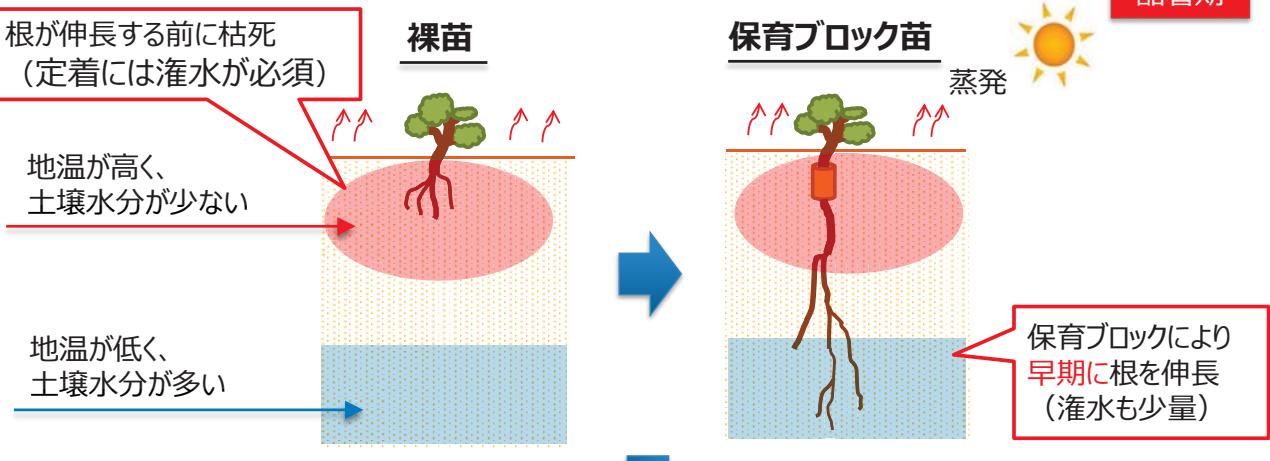
節水型の緑化技術 中国での例



根系成長の比較 (斎藤・大林ほか2010)

4. 期待される効果と目標

酷暑期



途上国森林再生技術普及事業) 平成29年(2017)~



普及事業

試験・実証

(1) 共働・現地説明会等による普及

(2)マニュアル ①作成マニュアル（日・英・U Z B）
②育苗マニュアル（　　〃　　）
③植栽マニュアル（日）



陸上生態系の保護、 回復…砂漠化への 対処、…

4

5. 試験デザイン

- ポット苗、保育ブロック苗等を異なる気象条件、土壤、時期、灌水量のもと植栽

検討① 他の苗との比較	検討④ 灌水頻度の検討
検討② 保育ブロックのサイズの検討	検討⑤ 異なる場所（砂漠と堆積土）における植栽
検討③ 植栽時期の検討	検討⑥ 異なる気象条件における植栽（アングレン）

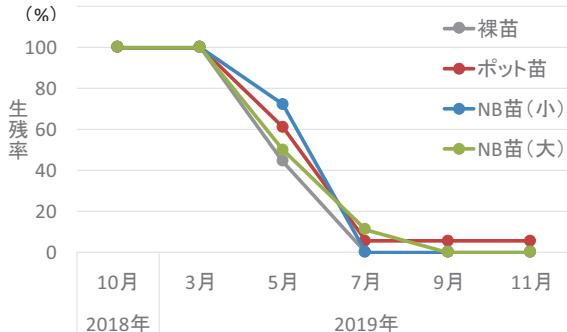
場所	ヌクス			アングレン	
植栽時期	2018年	2019年	2018年	2019年	
	10月	3月	10月	10月	
土壤	沙漠土			堆積土	
灌水	なし	あり	あり	あり	
苗木	裸苗	-	●	-	●
	ポット苗	●	●	●	●
	保育ブロック(小)	●	●	●	●
	保育ブロック(大)	●	●	●	●
	大苗(従来苗)	-	-	-	-

6-1. モニタリング結果(砂漠土①)

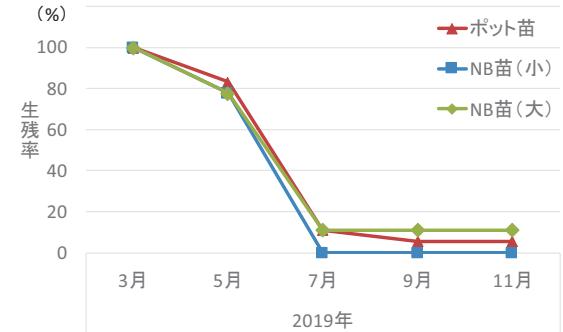
- ①苗の種類
- ②保育ブロックのサイズ
- ③植栽時期
(10月or3月)

- 2018年10月植栽の苗木で生残したのはポット苗1個体、2019年3月植栽の苗木で生残したのはポット苗1本、保育ブロック苗（大）1本のみだった。
- 5月までは、ヤナギバグミ・ヤナギバグミ亜種とともに、10月植栽に比べ3月植栽の苗木の生残率がやや高かった。
- 気温が上昇し土壤が乾燥する7月に、苗木の種類・サイズ・植栽時期に関わらず、多くの個体が枯死した。

10月植栽



3月植栽



2018年10月（植栽時）



2019年5月



2019年7月

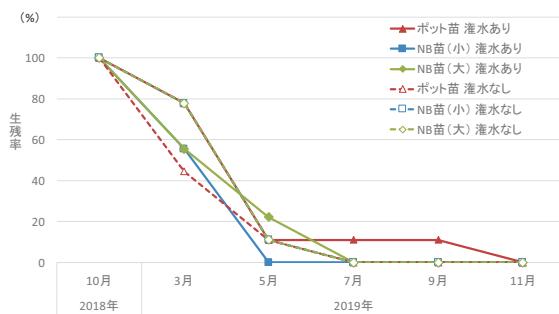
6

6-2. モニタリング結果(砂漠土②)

- ④灌水の有無

- 気温が上昇し土壤が乾燥する7月に、灌水の有無にかかわらず、ほとんどの個体が枯死した。

ヤナギバグミ



灌水時期	砂漠	
	10月植栽	灌水あり
2018年	10月(植栽時)	10L
	3月(植栽時)	5L
	5月	10L
	6月	
	7月	40L
	8月	40L
2019年	9月	40L

- 生残した個体の根は、深さ60cmまで伸長していた。
- 60cm以深まで早期に根を伸ばすことができれば、生残する可能性がある

ヤナギバグミ/
保育ブロック苗(大)

2018年
10月植栽

2019年5月
枯死

2019年7月
枯死

2019年9月
枯死

2019年11月
生育



- ・直根なし
- ・根の伸長ほぼなし



- ・直根なし
- ・根の伸長ほぼなし



- ・直根あり
- ・深さ35cmまで伸長

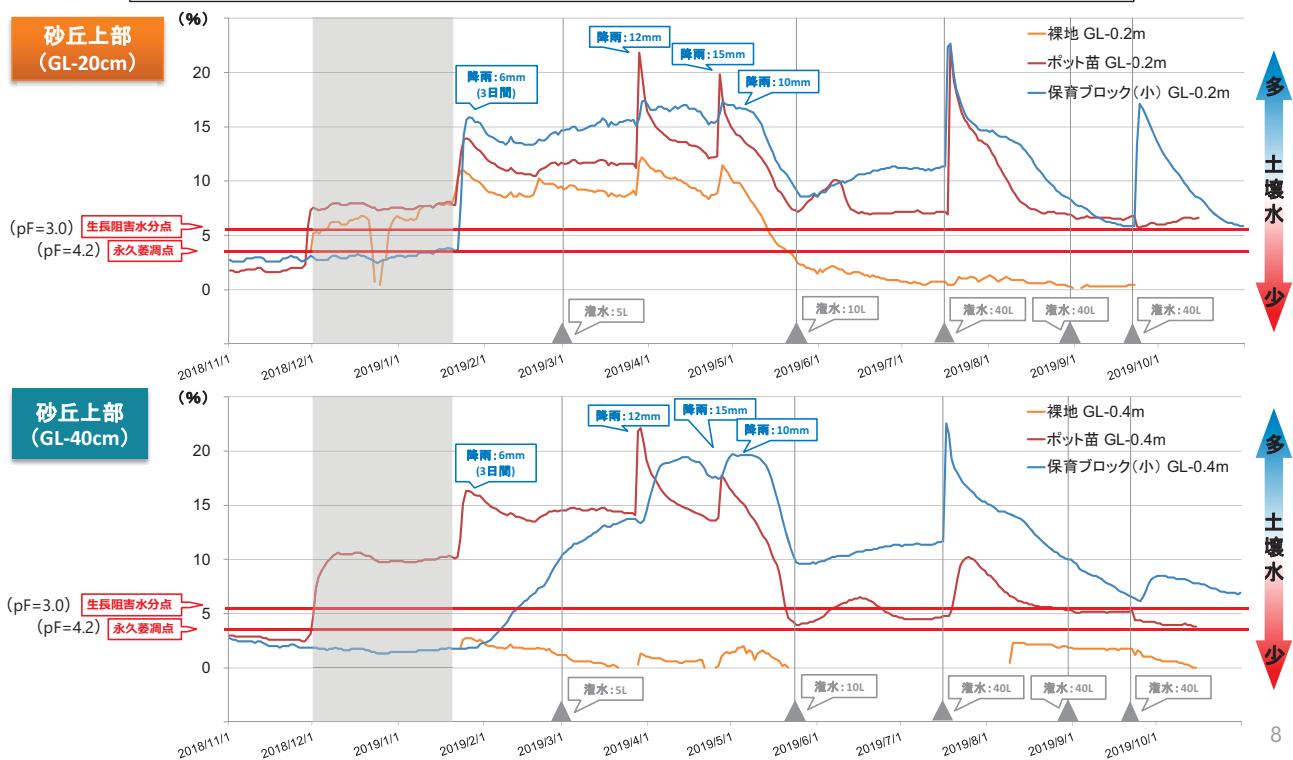


- ・直根なし
- ・深さ60cmまで伸長

7

6-3. モニタリング結果(苗木下の土壤水分)

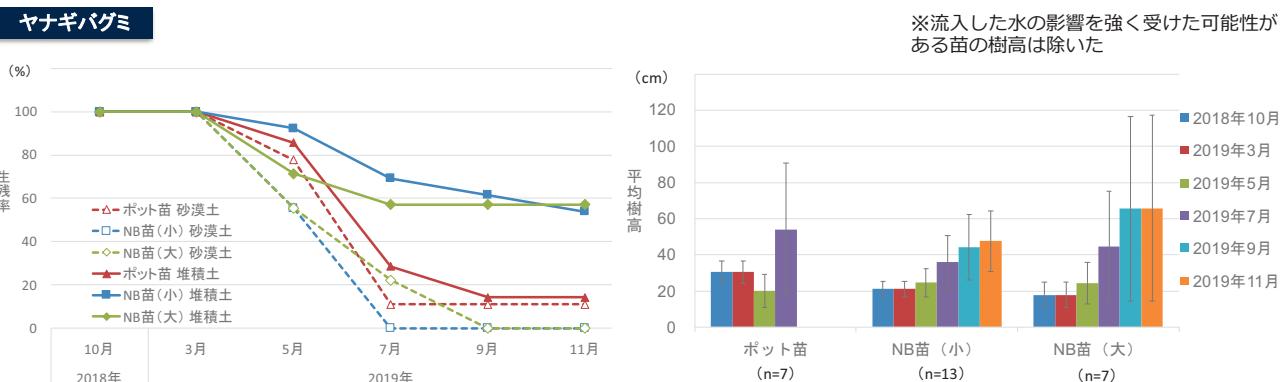
- 5月中旬から6月にかけて土壤が急速に乾燥し、体積含水率が生長阻害水分点近くまで減少した。
- 深さ40cmにおいて、保育ブロック苗は9月以降も生長阻害水分点以上の体積含水率を保ったが、ポット苗では、生長阻害水分点以下まで土壤が乾燥した
- 保育ブロック苗(小)では、ポット苗と比べ体積含水率の低下が緩やかで、水分保持が長続きした。



6-5. モニタリング結果

⑤異なる場所
(砂漠土、堆積土)

- ▶ 堆積土では、保育ブロック苗がポット苗より高い生残率を示し、地上部の伸長量も大きかった。
- ▶ 気温が上昇し土壤が乾燥する7月以降に、砂漠土では著しい生残率の低下がみられたが、堆積土では残存し、生残率の低下は緩やかだった。
- ▶ 砂漠土では0~10%の生残率であったが、堆積土では、保育ブロックについては50%以上が生残した。



ポット苗



保育ブロック苗 (小)

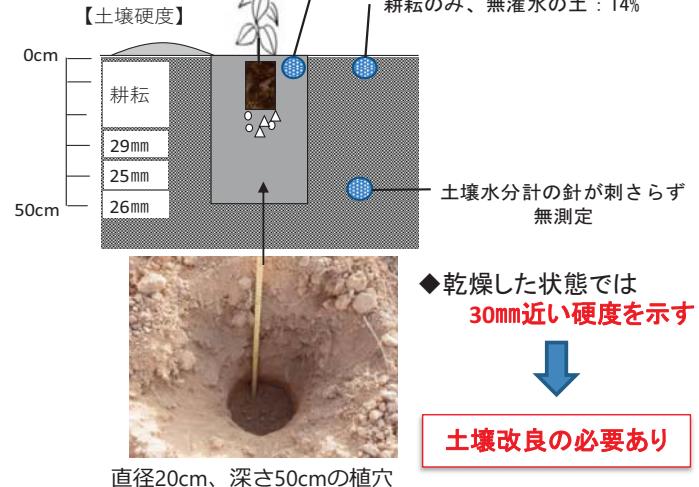


保育ブロック苗 (大)

7-1. 試験地概要(アングレン)

⑥異なる気象条件による植栽試験

- 80年ほど前までは森林だったが、ソ連時代に放牧地として伐採された
- 現在、土壤浸食を防止するために苗木を植栽している



○土壤改良剤として、2種類のポリマー（高分子有機化合物）を使用した

- 団粒化剤
 - ・アニオン系線状有機化合物
- 保水剤（吸水性ポリマー：SAP）
 - ・アクリル酸重合体部分ナトリウム塩架橋物

10

7-2. 試験区の設定(アングレン)

⑥異なる気象条件による植栽試験

試験区の設定

苗木	植栽方法	トネリコ属
ポット苗	無処理区	19
	团粒化剤区	19
	保水剤区	19
	团粒化剤 保水剤混合区	19
保育ブロッキ苗	無処理区	20
	团粒化剤区	19
	保水剤区	19
	团粒化剤 保水剤混合区	19
	(大) 無処理区	19
大苗	無処理区	(19)

※数字は、植栽本数

※大苗は、現地林業委員会が植栽した苗をモニタリングする



团粒化剤を混ぜた土



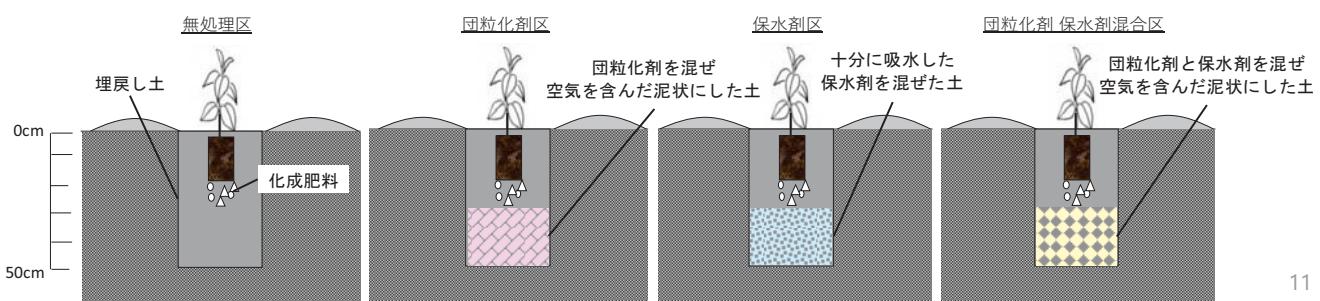
吸水させた保水剤

※土6L、2%濃度の团粒化剤
水溶液0.6L、水1.8Lを混合



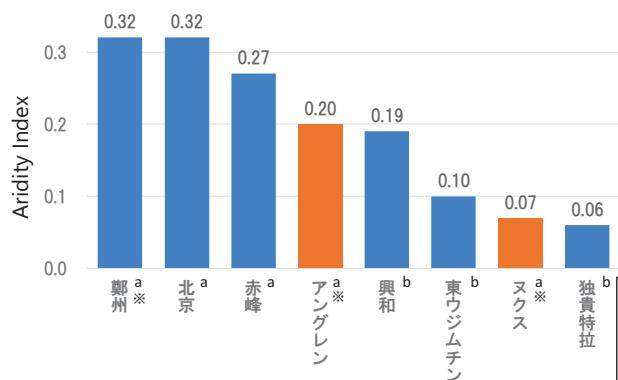
※植栽直後の灌水量は 5L/本

※土壤改良した箇所に水分センサーを
設置し連続観測する



11

8-1. Aridity Indexによる比較



Aridity Index(乾燥度指数: AI)は、①式から求められる。
Thornthwaite の式を基にした関係式②(Haurwitz, 1944)から簡易的に蒸発散量を推定し、AIを求めた。

$$\text{Aridity Index} = \text{年降水量} / \text{年蒸発散量} \quad \cdots \text{①}$$

$$P/E = 0.164 (P/(T+12.2))^{10/9} \quad \cdots \text{②}$$

P: 降水量(mm) E: 蒸発散量(mm) T: 気温(°C)

a) 気象庁 世界の天候データツールの気象データを使用 (<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/climatview/frame.php>)

b) 百度百科の記載データを使用 (<https://baike.baidu.com/>)

* 小浪底ダムは鄭州、アングレンはタシケント、ヌクスはチンハイの気象データを使用

* ②式は蒸発散量が大きく出るため、AIは小さくなる。このため、AIを気候区分には当てはめない。

試験地	植栽環境	年降水量 (mm)	AI	樹種	植栽時期	灌水	結果
小浪底ダム (河南省)	荒廃山地	621	0.32	コノテガシワ <i>Playcladus orientalis</i>	10月	灌水なし	4年後: 91.8%
百花山 (北京)	荒廃山地	582	0.32	モモ類 <i>Prunus davidiana</i>	6月	天気に合わせ 不定期灌水	4ヶ月後: 約80% 2年後: 78%
赤峰 (内モンゴル) /切土のり面	高速道路 /切土のり面	386	0.27	ヤマアンズ <i>Prunus sibirica</i>	5~7月	連続10日 降雨のない場合	1年後: 100%
アングレン	荒廃山地	454	0.20	トネリコ属 <i>Fraxinus sp.</i>	10月	灌水なし	試験中
興和 (内モンゴル) /丘陵地	荒廃地	397	0.19	ヤマアンズ <i>Prunus sibirica</i>	6月	植栽時1L 植栽後5L×3回	1年後: 98.4%
東ウジムチン (内モンゴル) /草地	荒廃地	300	0.10	モモ類 <i>Prunus davidiana</i>	7月	植栽時25L 植栽後25L×3回	1年後: 約80%
ヌクス	キジルクム砂漠	139	0.07	ヤナギバグミ <i>Elaeagnus angustifolia</i>	10月 3月	植栽時10L 植栽後 計135L	1年後: 3%
独貴特拉 (内モンゴル)	クブチ砂漠	149	0.06	ヤナギバグミ <i>Elaeagnus angustifolia</i>	7月	植栽時500mL~1L 植栽後灌水なし	1年後: 80%以上

参照: 浅見ほか(2018)乾燥地における保育ブロック工法の適用、海外の森林と林業、103:9-14

➢ ヌクス(砂漠土)における保育ブロック苗の生残率は3%と低かった。

➢ 一方、AI、年降水量、植栽環境の近い内モンゴル“独貴特拉”では80%以上の生残率を得ている。

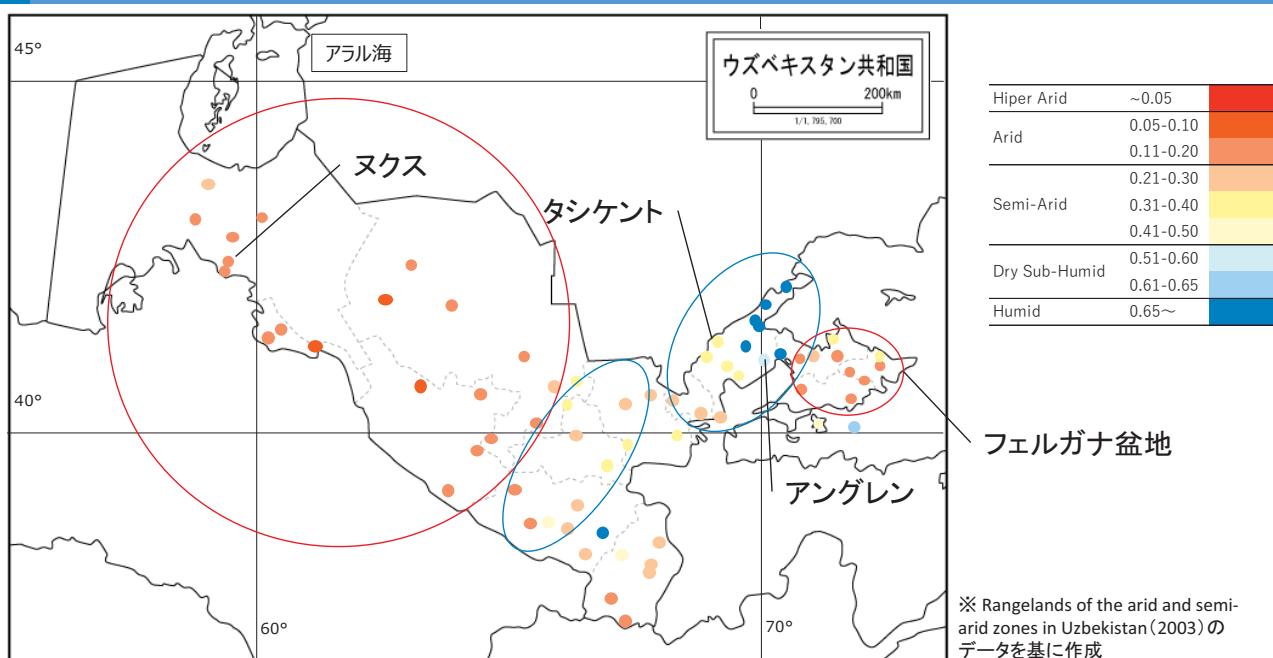
➢ ヌクスでは冬に、独貴特拉では夏に降雨が集中(約50%)することが、要因の一つと考えられる。

➢ アングレンは、ヌクス同様冬に降雨が集中するが、積雪により春は長期間土壤に水分が保持されていると推測される

➢ AIの近い興和では、少ない灌水量で98%以上の生残率を得ており、保育ブロック苗適応の可能性は高い

12

8-2. Aridity Index分布



- キジルクム砂漠の中央～西側（ヌクス）にかけてAIが低く、Aridに分類される都市が多い
- キジルクム砂漠の東側は西側と比べAIが高くSemi-Aridに分類される都市が多い
- 冬、偏西風によって低気圧（雨雲）がもたらされるため、アングレン等山地～タシケントまでは降水量が多く、AIは高くHimidに分類される都市も見られる
- 一方で、山を越えたためフェルガナ盆地は、降水量が少なく、比較的AIが低くSemi-Aridに分類される都市が多い。

13

9. 技術の普及 一マニュアル作成－



保育ブロック作成マニュアル
(日・英・UZB)

保育ブロック育苗マニュアル
(日・英・UZB)

保育ブロック植栽マニュアル
(日)

※JIFPRO HPへ掲載中

<https://jifpro.or.jp/tpps/conditions/conditions-cat03/d11/> (日)

<https://jifpro.or.jp/en/publication/> (英)

※ウズベキスタン林業委員会 HP・SNSへ掲載中

<http://forestry.uz/post/view/320> (UZB)

<http://urmon-institut.uz/uploads/gallery/untitled%20folder1/NB%20Manual%20%28uzb%20checked%20pdf%29.pdf> (UZB)

14

ご清聴ありがとうございました

