

旭川における植生動態モデルの検証と樹林化予測

岡山大学大学院環境生命科学研究科 学生会員 ○ 藤田駿佑
岡山大学大学院環境生命科学研究科 正会員 吉田圭介
岡山大学大学院環境生命科学研究科 フェロー会員 前野詩朗

1. はじめに

日本の河川では現在河道の樹林化が大きな問題となっている。樹林化は流下能力の低下、下流部への流木被害、生態系の変化など様々な問題を引き起こす。旭川の大原箇所では対策として砂州の切り下げなどが行われているが、数年後には砂州上を植生が覆ってしまっており、再び樹林化の傾向が見られてしまっている。このような対策事業を行うには、多大な人員・時間・費用がかかってしまい、定期的に行うことは困難である。よって効率的に河道を管理するためには河道内の植生の動態を把握することが必要である。

そこで、本研究では旭川における植生調査の結果や既往研究によって得られた知見を用いて植生の動態を予測するモデルを構築した。解析で得られた結果と現地調査で得られた結果を比較し、モデルの再現性の検証を行い、このモデルを用いて将来の旭川の樹林化の予測も行った。また、植生の繁茂状況の違いによる水位への影響も評価した。

2. 現地調査の結果

調査した植生の位置を図-1 に示した。木本類については大原地区の水辺において優先的に繁茂しているヤナギ、草本類については同地区において優先種であるツルヨシ、シナダレスズメガヤを対象植生とした。2011年の洪水(最大流量 3381m³/s)後の調査では、調査対象植生 11 本のうち 8 本が流失していることが確認された。残った 3 本の内 O-2 は倒伏状態、O-3 は根が露出して抜けそうな状態となっていた。2011 年洪水後 1 年間は成長が止まっており、その後も洪水以前では年間 0.8~1.0m であった植生成長速度がかなり低下していた。また、2012 年の洪水(最大流量 2238m³/s)後の調査では植生の消失、倒伏は確認されなかった。

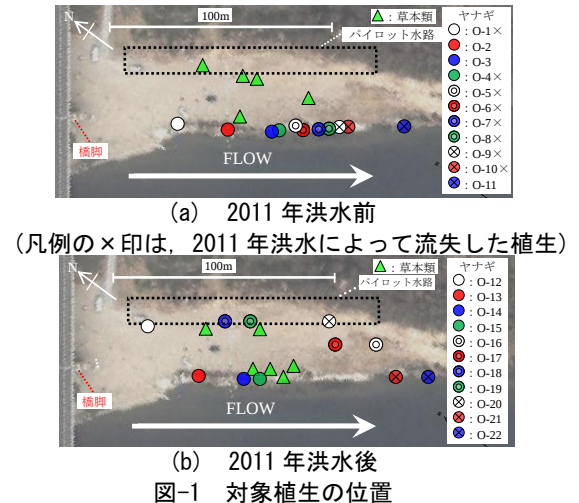


表-1 植生の流失条件

L:植生高(m)	BD:河床変動量(m)						
	BD≤-1.0	-1.0<BD≤-0.5	-0.5<BD≤-0.1	-0.1<BD<0.1	0.1≤BD<0.5	0.5≤BD<1.0	1.0≤BD
0<L≤2.0	消失	消失	消失	入植2年以内の草本類のみ消失	消失	消失	消失
2.0<L≤5.0	消失	消失	消失	残存	倒伏	消失	消失
5.0<L≤10.0	消失	消失	残存	残存	残存	倒伏	倒伏
10.0<L	消失	残存	残存	残存	残存	残存	残存

表-2 植生の成長条件

	樹高成長速度	密度成長速度	最大樹高		最大密度
			比高差2m以下	比高差2m以上	
ツルヨシ	0.5m/年	0.01m ⁻¹ /年	2m	-	0.031m ⁻¹
シナダレスズメガヤ	0.5m/年		-	1.5m	0.031m ⁻¹
ヤナギ (低木5m以下)	1.0m/年		15m	-	0.023m ⁻¹
ヤナギ (高木5mより大きく10m未満)	1.0m/年				0.013m ⁻¹
ヤナギ (高木10m以上)	0.5m/年				0.013m ⁻¹

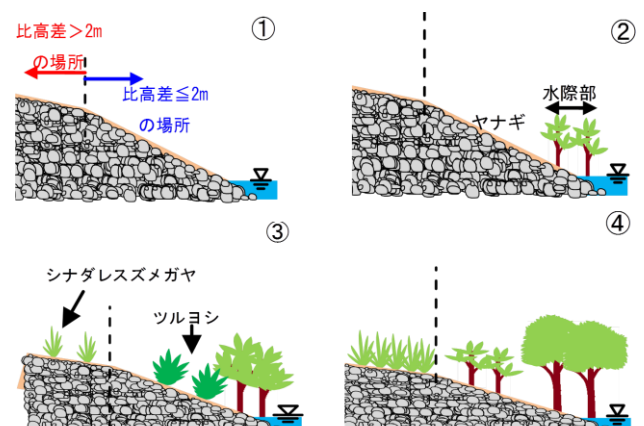


図-2 植生の入植条件

3. 植生動態モデルの構築と検証

3.1 植生動態モデルの概要

本研究では旭川を対象とし、植生高と密生度を予測するモデルを構築した。このモデルでは大きく分けて洪水の流れの計算と植生消長のシミュレーションの2つの計算を行っている。流れの計算では前野ら¹⁾が解析を行っている平面二次モデルを用いて、メッシュごとの流速、水深などを求めている。解析の対象とする洪水は各年の年最大流量としている。次に流れの計算によって得られた流速、河床変動量などの結果を用いて植生消長のシミュレーションを行う。ここでは洪水による植生の消失・倒伏を設定した条件に従って判定し、その後、成長・入植の計算を行っている。これらの判定条件は現地調査の結果と既往研究によって得られた知見²⁾を基に表-1、表-2、図-2のように設定した。この洪水の流れの計算から植生消長シミュレーションまでの一連の計算が1年間分の計算であり、その結果を翌年の初期データとし、繰り返し計算を行う。

3.2 植生動態モデルの検証

検証計算では2006年の地形データを初期条件として2013年の植生の繁茂状況を予測した。解析対象区間は図-3の旭川の河口から16.3km～17.5km区間である。その結果と2013年6月に撮影された大原地区の航空写真、現地の植生調査の結果を比較し、モデルの再現性を検証した。計算に用いた上流端流量は河口から19km地点に存在する下牧観測所で計測された値、下流端水位は、2007年以降の年最大流量の洪水から図-3のPt.20の水位計で計測された値を用いて表-3のように設定した。現地調査の結果、2011年洪水以降の1年間で植生の成長がほとんど見られなかったことから、2011年の計算では植生が成長しないように設定した。また、大原地区の上流部は人や車の出入りが多いため、植生が入植・成長しないものとした。

図-4に2006年と2013年の航空写真を示した。図-5に初期条件である2006年の植生高と密生度を示した。図-6には、2013年の植生高と密生度の解析結果を示した。赤点線、白点線で囲った範囲や、パイロット水路付近で航空写真と同じように繁茂していることが分かり、平面的な植生の繁茂位置がよく再現されている。また、植生高も2~3mという値を示しており、これも現



図-3 対象区域と水位計設置箇所

表-3 解析に用いた流量と下流端水位

	流量	下流端水位
2007年	700m ³ /s	11.43m
2008年	700m ³ /s	11.43m
2009年	800m ³ /s	11.61m
2010年	700m ³ /s	11.43m
2011年	3400m ³ /s	14.14m
2012年	2000m ³ /s	13.26m
2013年	1800m ³ /s	13.08m

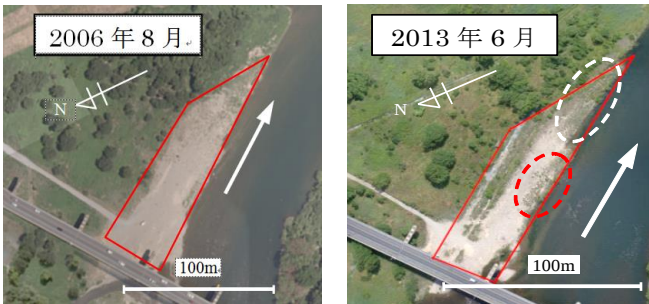


図-4 2006年と2013年の植生の繁茂状況

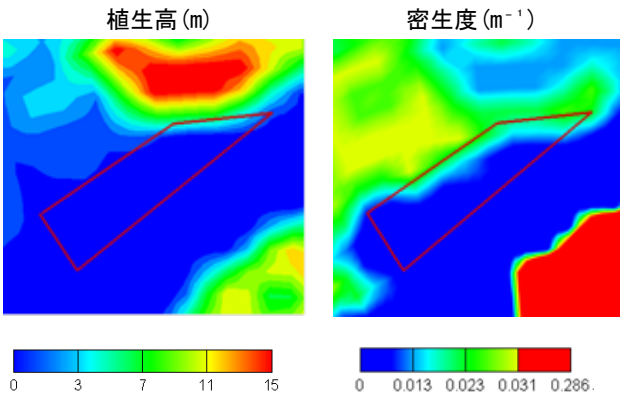


図-5 2006年の植生の繁茂状況

地の結果と概ね一致する．このことから，このモデルは現地の傾向を再現できていると言える．

4. 樹林化予測

4.1 樹林化予測の概要

前章で再現性が確認された植生動態モデルを用いて，2013年の地形データを初期条件として，2014年から2023年の10年間の樹林化予測を行った．樹林化予測に使用した各年の想定流量を表-5に示した．1～9年目までの想定流量は，旭川の洪水履歴を参考にし，10年目に2011年と同規模の洪水（3400 m³/s）が起きる場合を想定した．

4.2 樹林化予測の結果と考察

2023年の洪水前後の植生高と密生度を図-7に示した．この図から，今回の条件では大原地区に繁茂しているほぼ全ての樹木が10mを超えてしまう．また，図-7(a)と図-7(b)に変化が見られないことから，この繁茂状況では3400 m³/sの洪水が発生しても植生の流失や倒伏に対する影響はほとんどないと言える．

5. 植生が水位に与える影響の評価

植生が水位に与えている影響を把握するために，解析対象区間において，表-6に示した(1)～(3)のケースでそれぞれ水位を比較した．2023年の植生繁茂状況は前章で得られたデータを用いた．植生の繁茂状況の違いによる水位の比較は縦断面，横断面それぞれで行った．縦断面は河道中央，横断面は図-3に記載した水位計Pt.10とPt.11がある16.8km地点とした．図-8に2023年の植生繁茂状況と縦断面・横断面の位置を示した．縦断面は上流，横断面は右岸側を始点とした．

縦断面における水位の結果を図-9に示した．(1)と(2)を比較すると植生高は(2)の方がかなり高いにも関わらず，水位にあまり差がない．これは，2011年の時点で対象区間に繁茂している植生の大半が樹木であり，植生による流水抵抗の値があまり変わっていないためである．このことから2011年の植生繁茂状況でも水位への影響が十分大きいということが分かる．また，左岸の植生を伐採した場合は，上流部で1m程の水位低下が見られた．

図-10に横断面における水位の結果を示した．縦断面

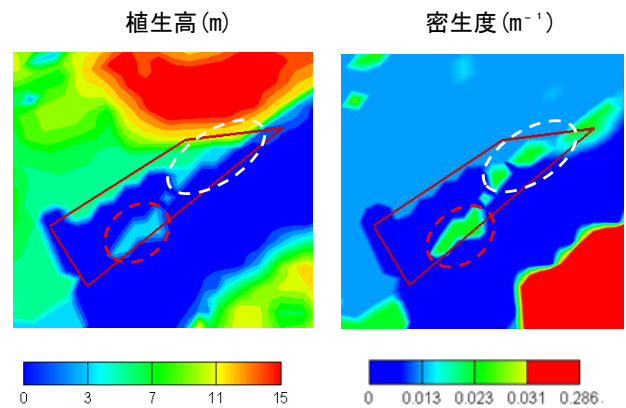
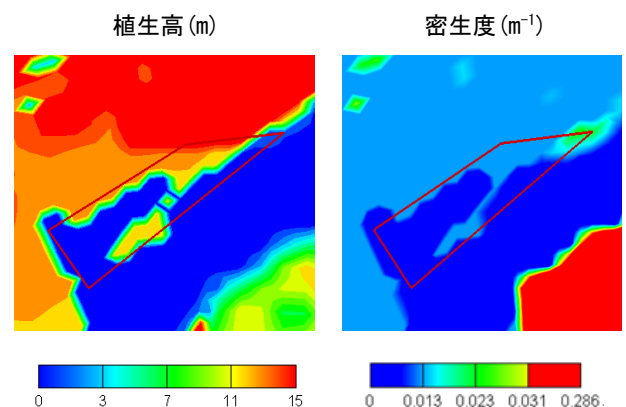


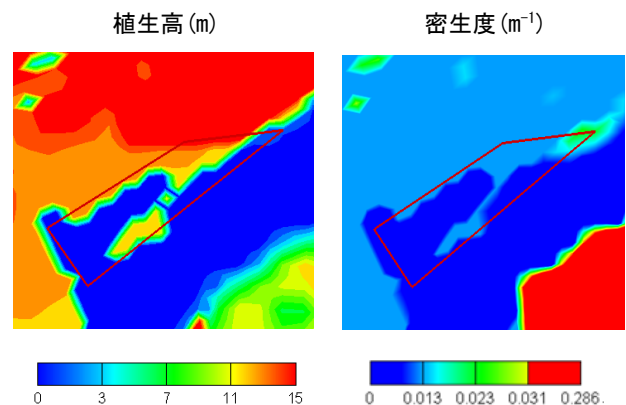
図-6 2013年の植生の繁茂状況

表-5 予測計算に用いた想定流量

年	想定流量(m ³ /s)
2014	1800
2015	1100
2016	1700
2017	900
2018	1700
2019	1200
2020	800
2021	1300
2022	1200
2023	3400



(a) 2023年洪水前



(b) 2023年洪水後

と同様に横断面でも(1)と(2)の水位の差があまりない。
さらに、右岸側では(3)の場合では計画高水位まで1m以上あるが(1)と(2)の場合は0.5m程しかないことが分かる。また、旭川の計画高水量は6000 m³/sであり、この規模の洪水が発生してしまうと、堤防を越流してしまう可能性が高い。

6. 結論

本研究では効率的な河道管理のために植生の動態を予測するモデルを構築し、その検証を行った。さらにこのモデルを用いて将来の植生の繁茂状況を予測し、また、植生が水位に与える影響を評価した。得られた結論を以下に示した。

- ・ 現地調査では2238m³/sの洪水では植生の流失が起らず、3381m³/sの洪水で流失が起きたことが確認された。また、3381m³/sの洪水後の1年間は植生の成長がほとんど無く、その後数年間も成長速度が洪水以前では年間0.8m~1.0mであったが洪水後には低下していることが確認された。
- ・ 本研究で用いた植生動態モデルでは、2006年から2013年にかけての旭川大原地区での植生の繁茂の傾向を概ね再現することができた。
- ・ 2014年現在から2023年までの10年間の樹林化予測を行った結果、本研究で設定した想定流量では10年後に繁茂している植生の大半が10mを超えていることが分かった。
- ・ この植生繁茂状況で3400m³/sの洪水が発生したとき、2011年洪水時の水位と比較して大きな差が見られないことから、2011年の植生繁茂状況でも水位に与える影響が十分大きいことが分かった。

本研究で用いたモデルでは、対象植生を旭川における優先種としたが、他河川への適用の際には、対象植生が変わる可能性がある。各対象植生の成長速度や倒伏条件などを別途考察する必要がある。また、このモデルは側岸浸食を考慮出来ておらず、これは今後の課題である。

参考文献

- 1) 前野詩朗・渡辺敏・藤塚佳晃：簡易に得られる植生特性を考慮した水理解析モデルの精度向上の提案，土木学会論文集，No.803/II-73，pp.91-104，2005。

表-6 水位を比較するケース

(1)	2011年洪水時(3400m ³ /s)の水位
(2)	2023年洪水時(3400m ³ /s)の水位
(3)	2023年の洪水前に左岸の植生を全て伐採した場合の水位

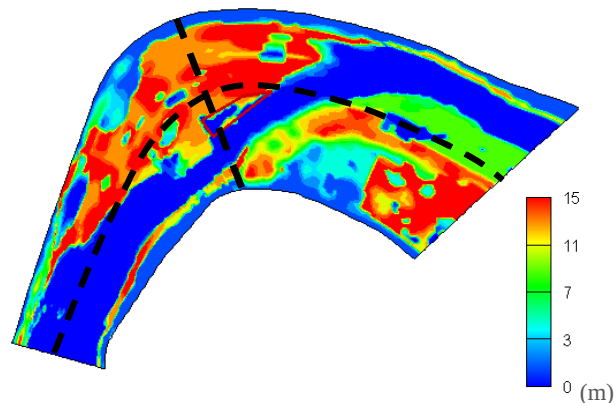


図-8 2023年の植生繁茂状況と縦断面と横断面の位置

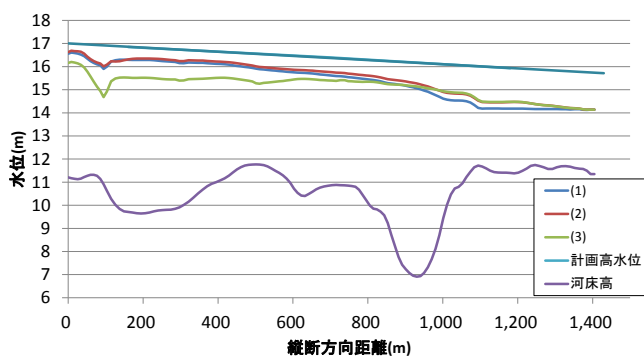


図-9 河道中央の縦断面における水位の比較

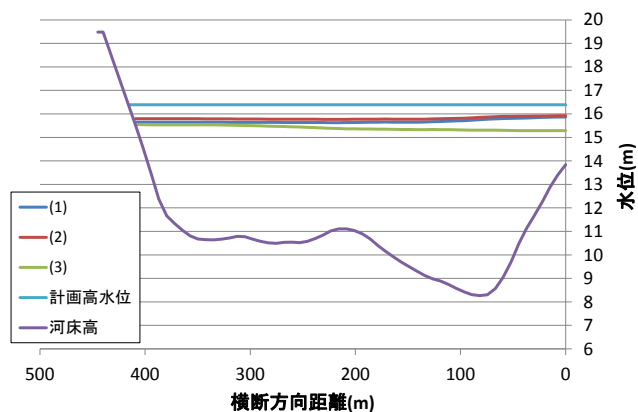


図-10 旭川 16.8km 地点の横断面における水位の比較

- 2) 渡辺敏・前野詩朗・渡部秀之・志々田武幸：旭川におけるヤナギ林の拡大機構とその抑制管理のあり方に関する検討，河川技術論文集，第11巻，pp77-82，2005