

風力発電所建設事業が森林の洪水低減機能に及ぼす影響について

徳島大学 学生会員 ○石原和紀 徳島大学 正会員 田村隆雄 徳島大学 正会員 武藤裕則

1. はじめに：徳島県那賀郡，海部郡，高知県安芸郡で風力発電事業（3238ha，風車30基）の計画が持ち上がっている．植生の伐開や道路の新設等により土砂崩落，土石流誘発，洪水水量のリスクの増大が懸念される．そこで，本研究は風力発電所実施区域（図1）をはさむ長安口ダム流域（図2）と神野観測所流域（図3）の小流域を対象に，現況の森林状態，風車建設後の状態，緑化や植栽をおこなった状態の3パターンの流出解析をおこない，大規模な降雨と小規模な降雨でのピーク流出高の変化について比較，検討する．

2. 研究手法：本研究では，地表面流分離直列二段タンクモデル（図4）で流出解析を行う．本モデルは，斜面表層土壌層を再現する表層タンクと地下水層を再現する地下水タンクからできている．徳島県の古庄観測所で観測史上最大流量を記録した平成26年台風11号（最大1時間雨量41.8mm/hr，総雨量644.8mm）と，ワイブル・プロットにより求めた2年確率降雨（最大1時間雨量31.3mm/hr，総雨量344.2mm）の2降雨をもちいて考察する．風車建設後のモデルパラメータは地表面粗度 N ，有効表層厚 γD ，土壌水分が圃場容水量の時の浸透強度 f_* のみ変更する．地表面粗度は表面流出成分の低減係数 λ_o ，表面流出量 q_o と関連するパラメータであり，以下の式により定義される．

$$\lambda_o = 2.52 \times 10^{-3} \frac{I_s^{0.9}}{q_{o\max} (N \times L_s)^{1.8}} \quad (1)$$

$$q_o = \lambda_o S_o^m \quad (2)$$

ここで， I_s ：斜面部の平均斜面勾配， $q_{o\max}$ ：最大流出強度（mm/hr）， L_s ：平均斜面長（km）， S_o ：表面流出高（mm/hr）， $m=3$ （層流則より）である．地表面粗度は変化による影響幅を調べるに現況の100%，50%，25%，10%の4通りを検討し，他2つのパラメータはそれぞれ0になるとする．遮断蒸発率も0になるとする．緑化後のパラメータは緑化をおこなう切・盛土面が草地になるとし，遮断蒸発率は改変前の51.7%²⁾になるとする．モデルのパラメータは風車建設後の状態と土地が変化しないため同一の値を使用する．また，改変する面積は小流域の一部であるため，パラメータは以下の計算式を用いて算出する．

$$N' = (N_0 - N) \times F + N \quad (3)$$

ここで， N' ：小流域の平均パラメータ， N_0 ：改変後パラメータ， N ：改変前パラメータ， F ：小流域における土地変化の割合である．改変前後のパラメータを表1に示す．

3. 解析結果および考察：平成26年台風11号の場合を図5



図1 対象とする区域¹⁾

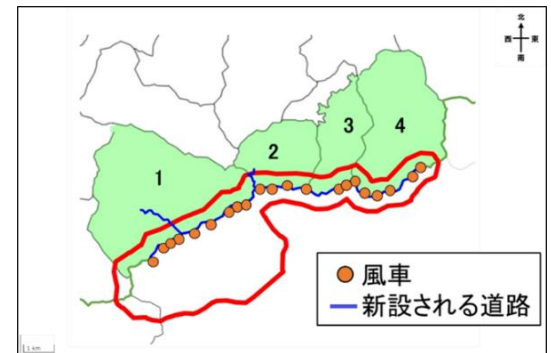


図2 対象とする長安口ダム小流域¹⁾



図3 対象とする神野観測所小流域¹⁾

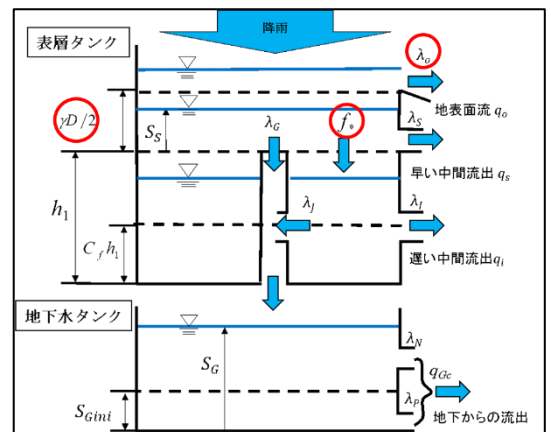


図4 地表面流分離直列二段タンクモデル

に示す. 現況に比べて風車建設後のピーク流出高は 0.16%~0.58%増加することが分かった. また, 緑化後では風車建設後と同じピーク流出高となった. これは, 小流域内の切・盛土面の面積割合が小さいため, 遮断蒸発による流出高の変化が生じなかったと考える. 2年確率降雨の場合, 現況に比べて風車建設後のピーク流出高は 0.21%~0.61%増加することが分かった. このことから, 小さな降雨でも風車建設による洪水流出への影響があることがわかる. また, 緑化後では平成 26 年台風 11 号と同様の結果となる.

4. 神野観測所流域の考察：神野観測所流域

の洪水ピーク流出高の変化は, 当該流域の平均斜面長と平均斜面勾配を小流域 1 の結果に適用して考察する. 降雨は平成 26 年台風 11 号で, 小流域のパラメータ (表 2) に変更した場合の解析結果を図 6 に示す. 解析結果よりピーク流出高変化率がプラスになった小流域は 5, 6, 8, 10 であり, いずれも小流域 1 と比較して平均斜面勾配は 1~10%とあまり変化せず, 平均斜面長が 23~39%短くなっている. 式 (1) より平均斜面長が短くなったことにより水が流れやすくなったことが理由だと考える.

5. 洪水の影響を少なくする風力発電所の規模や場所の考察

洪水の影響を少なくするために風車を建設する場所をピーク流量が少ない小流域にまとめることで流量が減少すると考えた. そこで, 風車と道路をピーク流量が最も少ない小流域 2 の一か所にまとめた場合の解析結果を図 7 に示す. 地表面粗度が変化しない場合を除き流量は増加する結果を得た. これは, 地表面粗度が減少することによる流出高への影響が大きいためだと考える.

6. まとめ：本論ではタンクモデルを使用して小流域単位の流出シミュレーションを行った. その結果, ピーク流出高が 0.16%~0.58%の増加, 小規模な降雨では 0.21%~0.61%の増加となった. 流域の洪水水量に与える影響は僅かであると推測される. しかし, 道路や風車が建設される場所は裸地となることから, 局所的な地表面流の発生による土石流の発生が起りやすくなるなどの恐れがあり, 小流域内で発生する地表面流の評価が今後の課題である.

参考文献：1) 電子地形図 25000 (国土地理院) を加工して作成, 2) 塚本良則：森林・水・土の保全, p.111, 朝倉書店出版, 1997.8

表 1 変更前後のパラメータ

小流域		1	2	3	4
遮断蒸発率 (%)	変更前	22.4	15.4	15.9	18.0
	変更後	22.2	15.2	15.8	17.9
N ($m^{-\frac{1}{3}} \cdot s$) 地表面粗度	変更前 (100%)	1.122	1.122	1.122	1.122
	変更後 (50%)	1.117	1.114	1.118	1.119
	変更後 (25%)	1.115	1.110	1.115	1.117
	変更後 (10%)	1.113	1.108	1.114	1.116
γD (mm) 有効表層厚	変更前	80.6	80.6	80.6	80.6
	変更後	79.9	79.5	80.0	80.1
f_* (mm/hr) 浸透強度	変更前	8.03	8.03	8.03	8.03
	変更後	7.96	7.92	7.96	7.98

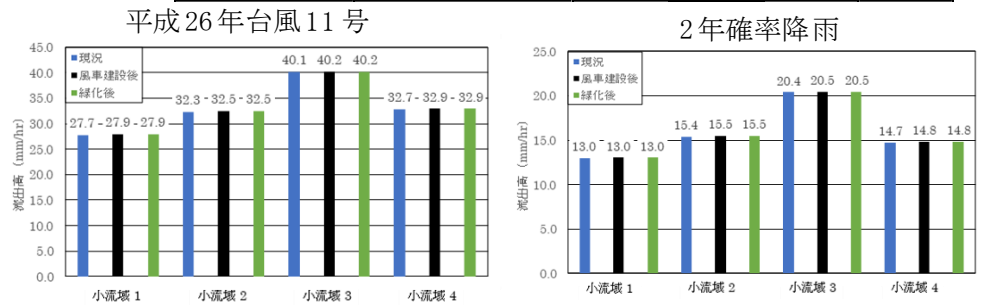


図 5 変更前後のピーク流出高

表 2 小流域ごとの地形パラメータ

小流域	1	5	6	7	8	9	10
平均斜面長 (km)	5.37	3.31	3.71	5.41	4.15	5.09	3.29
平均斜面勾配	0.82	0.81	0.88	0.73	0.74	0.71	0.80

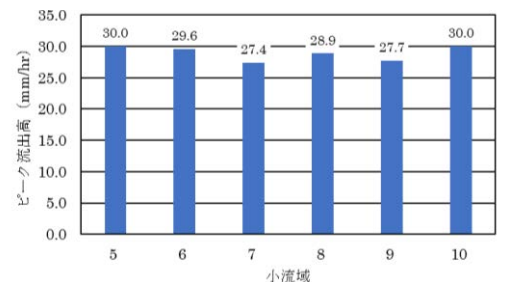


図 6 小流域 1 の地形パラメータ変更のピーク流出高

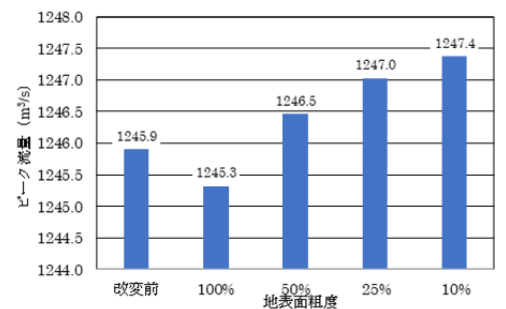


図 7 風車を小流域 2 にまとめたときのピーク流量変化