

足利林野火災における消火活動を検証するため、活動の結果を焼損範囲及び焼損面積として示すシミュレーションを行った。

1. シミュレーションソフトの選定等	P2
(1) シミュレーションソフトの選定	
(2) FARSITEによるシミュレーションの特徴	
2. シミュレーションパターンの考え方	P3
【A】 消火活動を反映しないパターン	
【B】 消火活動実績を反映したパターン（参考資料1-1、2）	
【C】 消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターン（参考資料1-2、2）	
3. シミュレーションの期間	P4
4. シミュレーション結果	
(1) 2月22日14:00 ～2月24日18:00	P5
(2) 2月22日14:00 ～2月25日15:00	P6
5. シミュレーション結果の分析・評価	P7

参考資料

1-1 【B】 消火活動実績における機体ごとの役割分担の考え方	P1
1-2 【C】 消火活動想定（飛行艇あり）における機体ごとの役割分担の考え方	P2
2 【B】 【C】 消防防災ヘリ、自衛隊ヘリ及び飛行艇ごとの散水時間・散水量等	P3～P6

(1) シミュレーションソフトの選定

林野火災の消火活動の効果に関するシミュレーションについては確立された手法がないため、既存の米国製ソフトの中から、延焼状況の試算に加えて唯一消火活動の効果を反映できる①FARSITEを選定した。

	①FARSITE	②FlamMap	③WRF-SFIRE
延焼状況の試算	○	○	○
消火活動の効果の反映	○	×	×

(2) FARSITEによるシミュレーションの特徴

試算のパターン		試算に必要なデータ	試算の結果
消火活動を反映しない延焼状況		植生、風向・風速、地形等	焼損範囲 焼損面積
消火活動を反映した延焼状況	空中	上記に加え機種、散水量、速度、高度等	
	地上	消火効果を反映できないため、防火帯設定で代替	

ア. 延焼状況

植生については足利市森林簿データ、風向・風速については1時毎の気象庁データ、地形については国土地理院データを活用

イ. 空中消火

散水量、速度、高度等から散水範囲、密度を算出し、当該範囲では散水の効果として、散水密度に応じた時間は延焼が一時停止すると設定。

例えば、高速度、高高度では、散水範囲が広範にわたる一方、散水密度は小さくなる。
(散水密度が、実際の延焼抑制に必要な 2 l/m^2 (過去の検証結果による) を下回る場合であっても、水滴が地表に到達すれば一定時間、延焼が停止するとみなされるため、散水の効果が過大に反映される可能性があることに留意が必要)

ウ. 地上消火

延焼阻止線を設定しその周辺で消火活動を行った南側及び林道を越えて延焼が拡大しなかった北側に、防火帯を設定した。

消火効果を分かりやすく示すため、消火活動を反映しないパターン、消火活動実績を反映したパターン及び消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターンでシミュレーションを実施し、それぞれの試算結果を比較した。

【A】 消火活動を反映しないパターン

シミュレーションの結果を相互に比較できるよう、延焼状況を完全には再現できないものの消火活動を全く行わない【A】を設定

【B】 消火活動実績を反映したパターン

下記の機体の実際の活動に基づく空中消火及び地上消火（防火帯を設定して代替）を反映した【B】を設定

機体	散水箇所	高度	備考
消防防災ヘリ	民家周辺部等	30m等	活動実績どおり、少量でもピンポイントの散水による消火効果が見込める延焼部分で活動
自衛隊ヘリ	山林部	150m	活動実績どおり、大量で広範な散水による消火効果が見込める延焼部分で活動

※詳細は参考資料1-1 【B】 消火活動実績における機体ごとの役割分担の考え方 参照

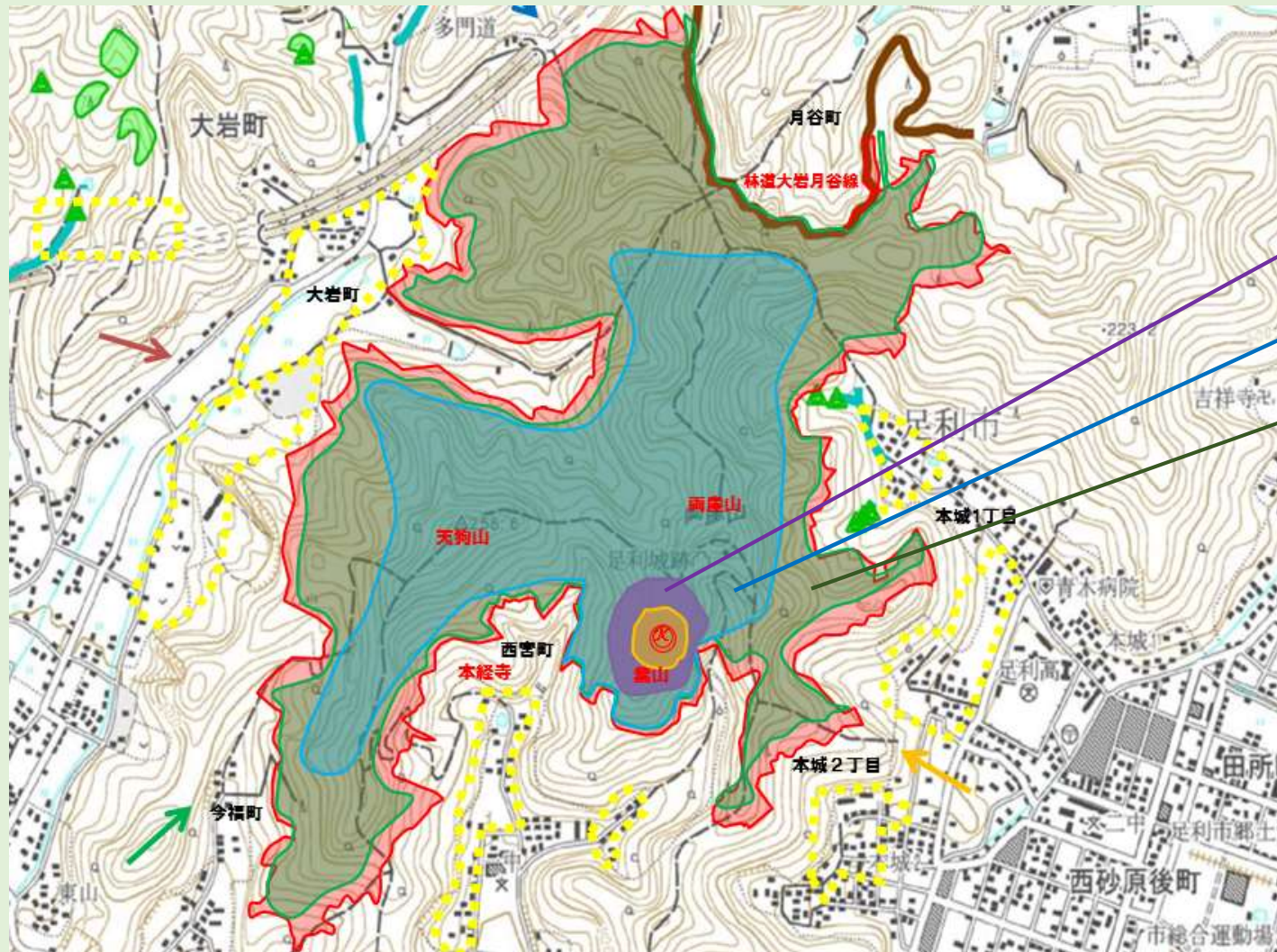
【C】 消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターン

下記の機体の活動想定に基づく空中消火及び【B】と同様の地上消火を反映した【C】を設定

機体	散水箇所	高度	備考
消防防災ヘリ	民家周辺部等	30m等	【B】の試算結果と公平な比較ができるよう、【B】と同様の散水時間・散水量を確保した上で活動
飛行艇 (自衛隊ヘリ)	山林部	150m (C-1) 300m (C-2) (150m)	【B】の試算結果と公平な比較ができるよう、【B】の自衛隊ヘリと同様の役割を担い、最大限の散水時間・散水量を確保した上で活動 (給油により飛行艇が活動できない時間帯には、消防防災ヘリ・自衛隊ヘリが活動)

※詳細は参考資料1-2 【C】 消火活動想定（飛行艇あり）における機体ごとの役割分担の考え方 参照

2月22日14:00の実際の焼損範囲を初期火源として、焼損面積が**急拡大**した
22日14:00～24日18:00 4.(1)、22日14:00～25日15:00 4.(2)のシミュレーションを実施



焼損面積

2月21日17:33 約 2 ha

22日 14:00 約 8 ha

24日18:00 約 76.5 ha

25日15:00 約 100 ha

鎮火後調査結果 約 167 ha

焼損面積は県発表速報値等を基準

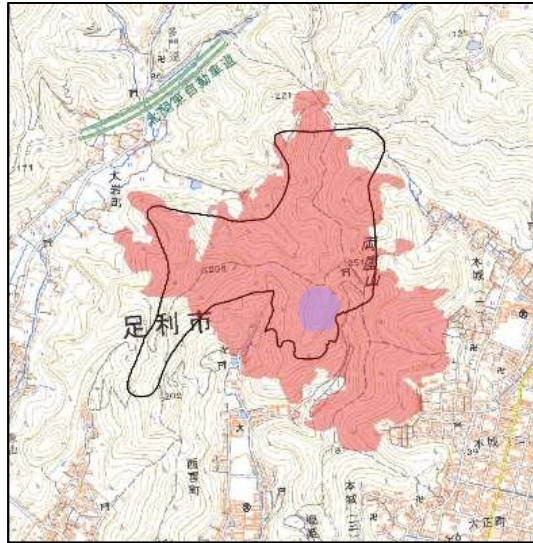
4.(1)
4.(2)

4. シミュレーション結果

資料 3

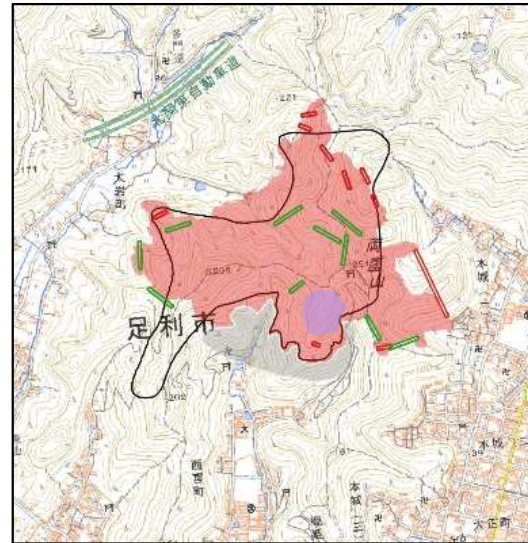
(1) 2月22日14:00～2月24日18:00

【A】消火活動を反映しないパターン



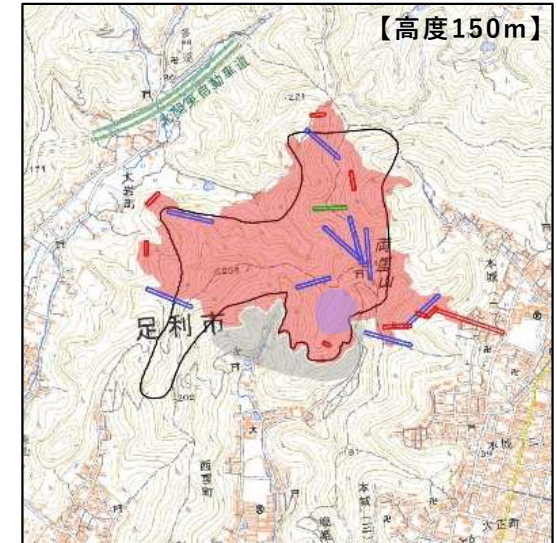
焼損面積 110.0ha

【B】消火活動実績を反映したパターン



焼損面積 72.6ha

【C-1】消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターン



焼損面積 71.5ha

- ・ 初期火源
- ・ 防火帯
- ・ 実焼損範囲
- ・ シミュレーション
焼損範囲

- ・ 散水箇所
 - 消防防災ヘリ
 - 自衛隊ヘリ
 - 飛行艇

消火活動実績を反映したパターンの散水量【B】

	2月22日	2月23日	2月24日	各機合計
消防防災ヘリ	2,750 ℓ		37,460 ℓ	40,210 ℓ
自衛隊ヘリ	115,000 ℓ	200,000 ℓ	395,000 ℓ	710,000 ℓ
日計	117,750 ℓ	※200,000 ℓ	432,460 ℓ	
累計	117,750 ℓ	317,750 ℓ	750,210 ℓ	

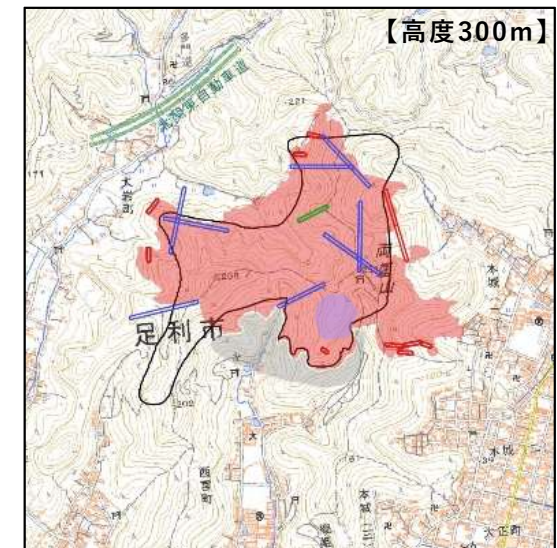
※2月23日10:10～15:20強風のため回転翼の運航不能

消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターン【C-1、C-2】

	2月22日	2月23日	2月24日	各機合計
消防防災ヘリ	2,750 ℓ		37,460 ℓ	40,210 ℓ
自衛隊ヘリ		75,000 ℓ		75,000 ℓ
飛行艇	50,800 ℓ	165,100 ℓ	127,000 ℓ	342,900 ℓ
日計	53,550 ℓ	※240,100 ℓ	164,460 ℓ	
累計	53,550 ℓ	293,650 ℓ	458,110 ℓ	

※2月23日10:10～15:20固定翼の運航可能

【C-2】消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターン



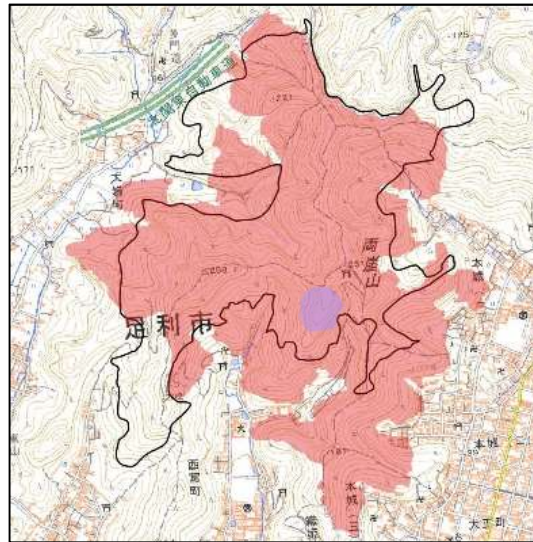
焼損面積 約74.6ha

4. シミュレーション結果

資料 3

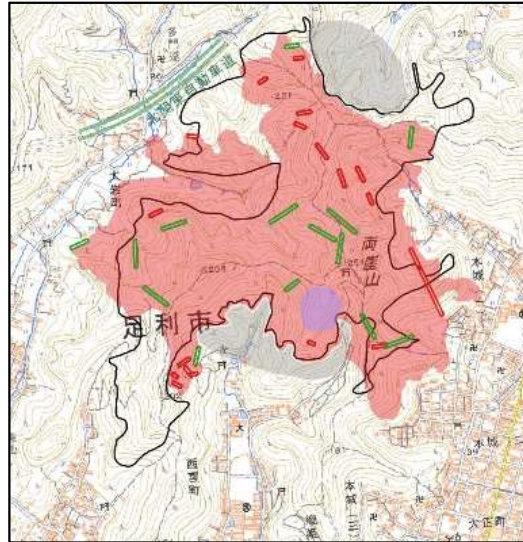
(2) 2月22日14:00～2月25日15:00

【A】消火活動を反映しないパターン



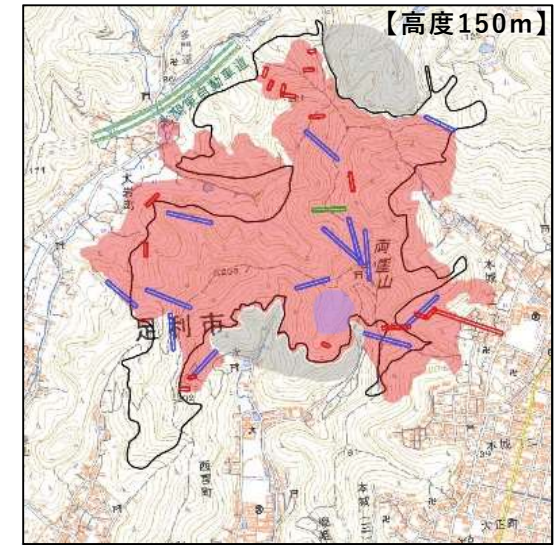
焼損面積 190.5ha

【B】消火活動実績を反映したパターン



焼損面積 141.8ha

【C-1】消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターン



焼損面積 143.0ha

消火活動実績を反映したパターンの散水量【B】

	2月22日	2月23日	2月24日	2月25日	各機合計
消防防災ヘリ	2,750 ℓ		37,460 ℓ	39,600 ℓ	79,810 ℓ
自衛隊ヘリ	115,000 ℓ	200,000 ℓ	395,000 ℓ	240,000 ℓ	950,000 ℓ
日計	117,750 ℓ	※200,000 ℓ	432,460 ℓ	279,600 ℓ	
累計	117,750 ℓ	317,750 ℓ	750,210 ℓ	1,029,810 ℓ	

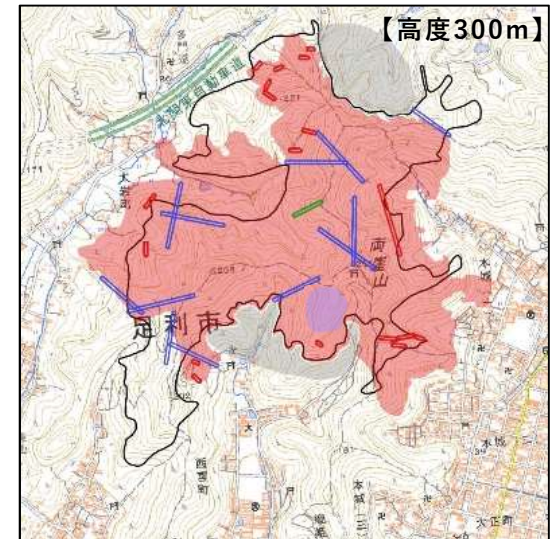
※2月23日10:10～15:20強風のため回転翼の運航不能

消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターン【C-1、C-2】

	2月22日	2月23日	2月24日	2月25日	各機合計
消防防災ヘリ	2,750 ℓ		37,460 ℓ	39,600 ℓ	79,810 ℓ
自衛隊ヘリ		75,000 ℓ			75,000 ℓ
飛行艇	50,800 ℓ	165,100 ℓ	127,000 ℓ	114,300 ℓ	457,200 ℓ
日計	53,550 ℓ	※240,100 ℓ	164,460 ℓ	153,900 ℓ	
累計	53,550 ℓ	293,650 ℓ	458,110 ℓ	612,010 ℓ	

※2月23日10:10～15:20固定翼の運航可能

【C-2】消火活動想定（飛行艇あり）を反映したパターン



焼損面積 約144.4ha

- ・ 初期火源
- ・ 防火帯
- ・ 実焼損範囲
- ・ シミュレーション
焼損範囲

- ・ 散水箇所
 - 消防防災ヘリ
 - 自衛隊ヘリ
 - 飛行艇

(1) 分析

期間	実際の焼損面積	シミュレーションの焼損面積			
		【A】 消火活動を 反映しないパターン	【B】 消火活動実績を 反映したパターン	【C】 消火活動想定（飛行艇あり）を 反映したパターン	
				【C-1】 高度150m	【C-2】 高度300m
① 2月22日14:00～24日18:00	76.5ha	110.0ha	72.6ha	71.5ha	74.6ha
② 2月22日14:00～25日15:00	100ha	190.5ha	141.8ha	143.0ha	144.4ha

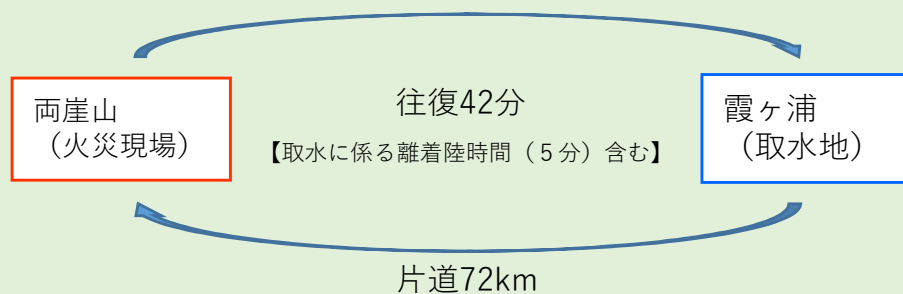
・ 期間①②の場合ともに、飛行艇を活用した消火活動の効果は、ヘリのみの消火活動の効果と大差がない。

(2) 評価

足利林野火災においては、飛行艇活用による顕著な効果は認められなかった。

理由 1：散水頻度の制約

火災現場から大量の淡水を確保できる取水地までの往復、取水に要する時間を踏まえると散水頻度が低い水準にとどまらざるをえない。



理由 2：散水密度の制約

高速度、高高度から広範囲に散水できる一方、安全管理の観点から一定の高度を確保する必要があり、散水密度が低い水準にとどまらざるをえない。

（本シミュレーションでは散水密度が低い水準であっても過大に効果が反映されるため、実態はさらに効果が見込めない可能性がある。）【1(2)イ参照】



(3) 今後の課題

- 足利市林野火災をケースにしたシミュレーションでは、飛行艇活用による顕著な効果が認められなかった。
今回のシミュレーションの検討過程や結果を踏まえると、わが国の林野火災現場では、以下のような点が運用上の課題になると考えられる。
 - ・ 内陸の火災現場での取水の確保
 - ・ 高速度、必要な高度確保による散水密度の制約
 - ・ 市街地、人家が近接する火災現場での安全運航の確保
 - ・ 消防防災ヘリ、自衛隊ヘリ、地上の消防部隊など他部隊との連携 など
- 飛行艇を消防用途に用いる場合、どのような場面で、どのように運用することが有効なのか。
飛行艇を広く活用している海外での運用事例なども参考に、改めて、わが国における運用可能性を調査、整理することが必要である。