

(造林昼ゼミ 101112)

# Fire regime, fire intensity and tree survival in a tropical savanna in northern Australia

R.J WILLIAMS, G.D COOK, A.m. GILL AND P. H. R. MOORE  
*Australian Journal of Ecology*(1999)24, 50-59



4年 小出智也

# Intro

- オーストラリア北部では  
広範囲の火災が頻繁に発生



様々な悪影響

火災の発生を抑制してしまえばよい！

→火災の燃料が蓄積してより強烈な火災が  
発生してしまうおそれあり

高頻度な火災による被害or低頻度で強烈な火災による被害  
バランスを考える必要がある！！

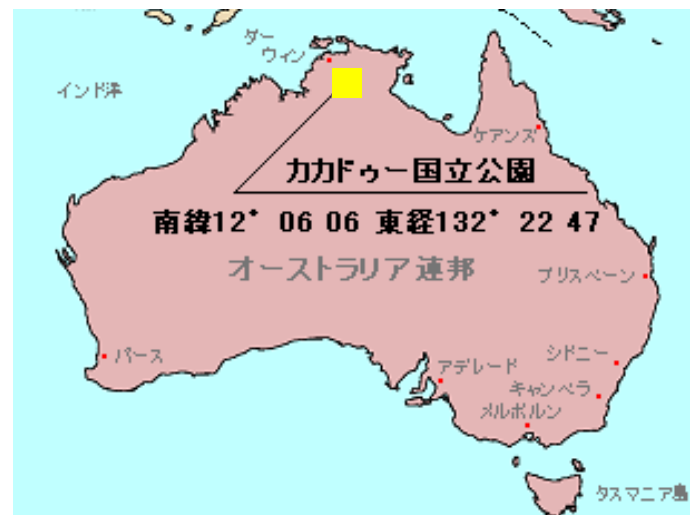
# 目的

火災による樹木の応答を

- ・火災レジーム
- ・火災強度
- ・個体サイズ
- ・functional type (機能型)

の4つの観点から分析する。

# 調査地



オーストラリア北部

カカドゥー国立公園・Kapalga Research Station

- 乾季6月～9月
  - 優占的な植生 熱帯サバンナ森林地帯
  - 主な優占種 フトモモ科ユーカリノキ属
- 個体数: 2240 (樹高 > 3m or DBH > 3cm)
- 観察期間は1990～1995年

# Method ①火災レジーム

- 乾季の初期に起こる火災(6月上旬)  
3区画 9プロット
- 乾季の後期に起こる火災(9月下旬)  
3区画 9プロット
- 火災なし 3区画 → 2区画 6プロット
- 予定外の火災 1区画 4プロット

**1994年9月出火**

各区画(15~20km<sup>2</sup>)各プロット0.1ha

# Method ③ 樹木の生残判断と構成

樹木の生残 or 幹の生残 or 枯死  
の3つに分類する。

- 樹木の生残  
→epicormicや地際からの萌芽
- 幹の生残  
→樹冠や幹からの萌芽
- 4分の3が落葉性・樹冠はユーカリノキが優占  
functional typeを6つに分けることができる
  - ①常緑性のユーカリノキ      ②落葉性のユーカリノキ
  - ③ユーカリノキ以外の常緑樹      ④ヤシ・常緑性
  - ⑤ユーカリノキ以外の落葉樹      ⑥アカシア・常緑性

# Method ④ 火災の影響の評価&統計処理

- 火災の影響の評価-基部面積の割合の変化  
-樹木の生残具合

(火災レジーム・強度・サイズ・functional type)

- ロジスティック回帰による分析

従属変数・・・樹木の生残

独立変数・・・個体サイズ(DBH)、分類群

火災レジーム

→それぞれとの関係をグラフで予想！

# Result ①火災強度

- 平均的火災強度
  - 初期火災・・・2200kW m<sup>-1</sup>
  - 後期火災・・・7700kW m<sup>-1</sup>
- 予定外の火災
  - おそらく～22000 kW m<sup>-1</sup>
  - 最大級の後期火災でも18000 kW m<sup>-1</sup>
  - =とても大きな火災強度

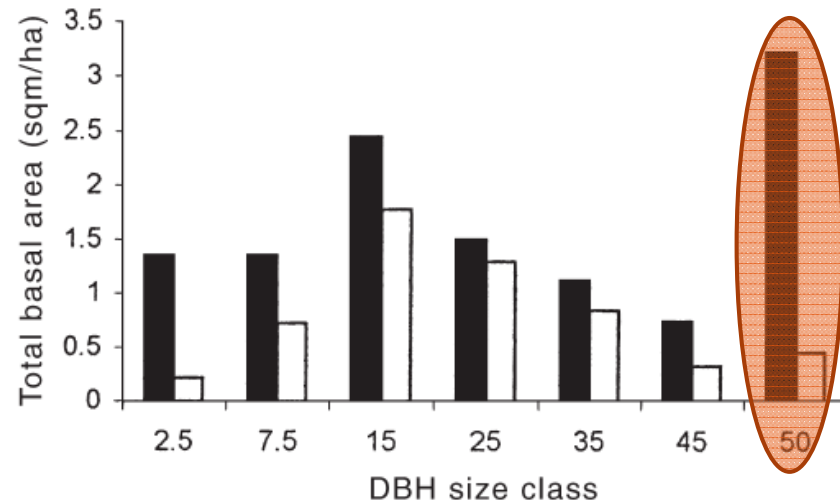


# Result ②樹木に対する影響

**Table 1.** Basal area of trees (BA;  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) in 1990 and 1995, and the average percentage change in basal area (Av. BA Change) between 1990 and 1995, by fire regime, Kapalga Research Station, Kakadu National Park

Fire regime	BA 1990 ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )	BA 1995 ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )	Av. BA Change (%)	<i>n</i> Comps	<i>n</i> Plots	<i>n</i> Trees
Unburnt	9.87	10.21	+3.5 ± 5.9	2	6	496
Early	8.78	8.83	+0.5 ± 0.8	3	9	300
Late	10.17	7.40	-27.3 ± 4.3	3	9	632
Unplanned	11.41	6.62	-41.9 ± 7.4	1	4	812

Unburnt, no fire 1990–95; Early, annual early dry season fires, 1990–1994; Late, annual late dry season fire 1990–94; Unplanned, single high intensity fire, September 1994. *n* Comps, number of compartments; *n* Plots, number of sample 0.1 ha plots; and *n* Trees, number of individual trees > 3cm diameter per compartment.



**Fig. 1.** Changes in live tree basal area by tree size class, pre- and post-unplanned fire, Kapalga Research Station. (■), pre-fire; (□), post-fire.

- 火災なし & 初期で  
基底面積は増加
- 後期 & 予定外の火災では  
基底面積は減少  
→ 特に予定外で

# Result ③統計処理

火災レジーム  
&

Functional type  
において優位差あり



この2つの関係を  
グラフで予測

Table 2. Deviance and significance of the terms and respective interactions of a generalized linear model fitted to stem and whole plant survival

Source of variation	d.f.	Whole-tree survival		Stem survival	
		Deviance	<i>P</i>	Deviance	<i>P</i>
Covariate					
Tree size	1	0.2	NS	328	***
Factors					
Fire regime	3	66	***	767	***
Functional type	4	26	***	77	***
Interactions					
Regime × Type	12	45	***	30	**
Residual	2219	1499		1901	
Total	2239	1637		3105	

Co-variate, tree pre-fire size; factors, fire regime and tree functional type. \*\*\* $P < 0.001$ , \*\* $P < 0.01$ , \* $P < 0.05$ , NS, not significant. Only terms and interactions which were significant for either whole-tree or stem survival have been included.

# Result ③統計処理—予想図—

**Table 3.** Predicted mean percentage survival ( $\pm$ SE) of whole-trees and stems in four fire regimes (unburnt, early dry season fire, late dry season fire and unplanned fire) between 1990 and 1995, Kakadu National Park

Fire regime	All types	Acacias	Dec Eucs	Dec Trees	Evgr Eucs	Palms
Whole Tree Survival						
Unburnt	97 $\pm$ 1 <sup>a</sup>	99 $\pm$ 1	95 $\pm$ 2	97 $\pm$ 1	98 $\pm$ 1	99 $\pm$ 1
Early dry season fire	87 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	63 $\pm$ 21	99 $\pm$ 1	91 $\pm$ 2	98 $\pm$ 1	77 $\pm$ 8
Late dry season fire	82 $\pm$ 1 <sup>c</sup>	70 $\pm$ 9	89 $\pm$ 2	76 $\pm$ 3	88 $\pm$ 2	99 $\pm$ 1
Unplanned fire	84 $\pm$ 1	<1	88 $\pm$ 3	86 $\pm$ 1	85 $\pm$ 2	36 $\pm$ 11
Stem Survival						
Unburnt	96 $\pm$ 1 <sup>a</sup>	96 $\pm$ 2	90 $\pm$ 3	96 $\pm$ 1	97 $\pm$ 1	99 $\pm$ 3
Early dry season fire	72 $\pm$ 3 <sup>b</sup>	45 $\pm$ 3	63 $\pm$ 7	70 $\pm$ 5	81 $\pm$ 4	77 $\pm$ 8
Late dry season fire	30 $\pm$ 2 <sup>c</sup>	0	38 $\pm$ 4	14 $\pm$ 3	40 $\pm$ 3	99 $\pm$ 1
Unplanned fire	34 $\pm$ 2	0	43 $\pm$ 7	20 $\pm$ 2	47 $\pm$ 3	28 $\pm$ 11

Acacias, *Acacia* spp.; Dec Eucs, deciduous eucalypts; Dec Trees, deciduous non-eucalypt trees; Evgr Eucs, evergreen eucalypts; Palms, *Livistona* spp. and *Pandanus* spp. Mean whole plant survival calculated at mean DBH for each functional type separately. For mean stem survival in the unburnt, early dry season and late dry season regimes, means with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ). See Table 2 for GLM output details.

樹木全体の生残率はそんなに変わらないが、  
幹の生残率は火災レジームで大きく異なる

# Result ③統計処理—幹の生残の予想図—

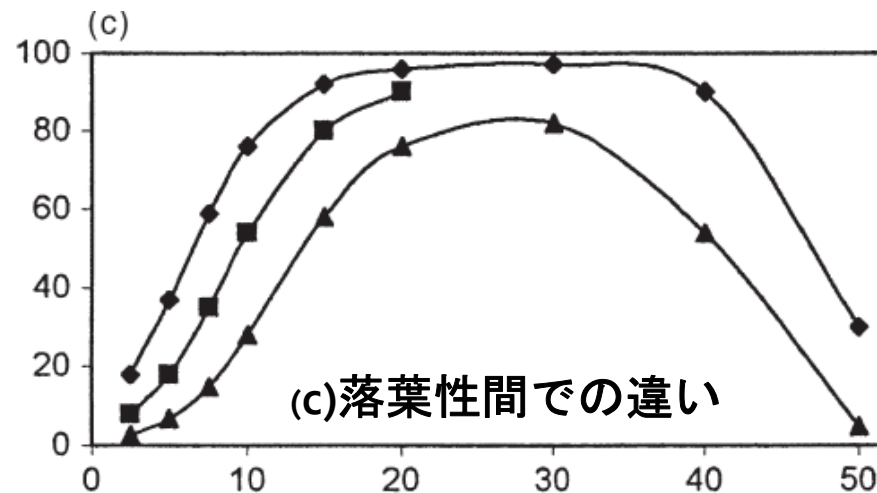
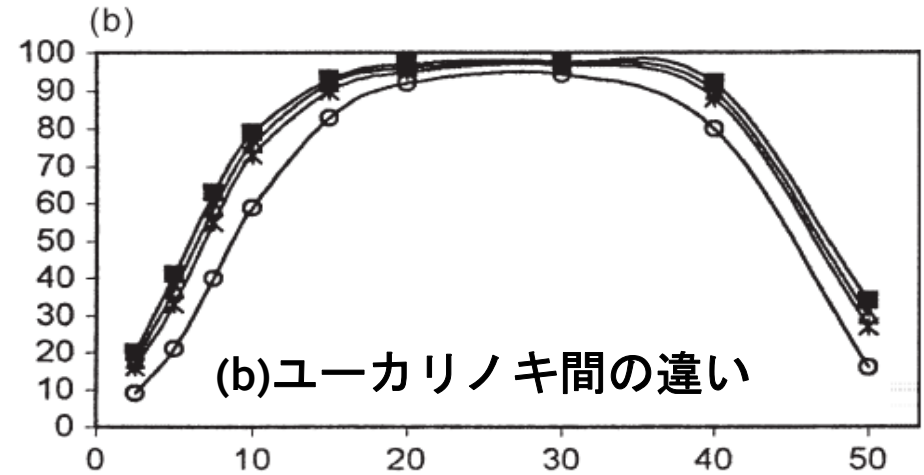
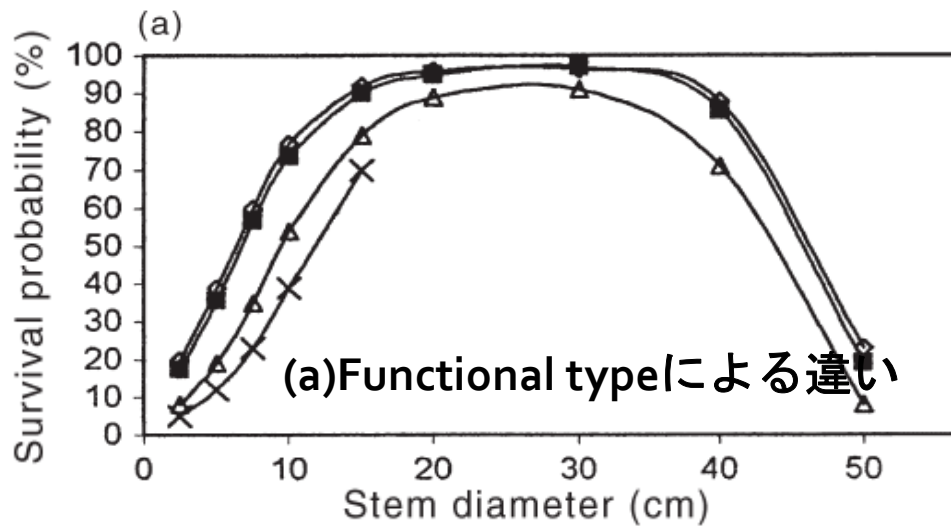


Fig. 3. Predicted whole-plant and stem survival (from GLM) by tree functional type and species following unplanned fire, Kapalga Research Station, northern Australia. (a) Eucalypts (■, evergreen; ◇, deciduous); deciduous non-eucalypt trees (△) and palms (X). (b) *Eucalyptus* species: *Eucalyptus polysiada* (■, deciduous); *E. miniata* (△, evergreen); *E. porrecta* (X, deciduous); *E. tetradonta* (○, evergreen). (c) Common deciduous tree species: *Terminalia ferdinandiana* (■); *Erythrophleum chlorostachy* (▲), with the evergreen species *Eucalyptus miniata* (◆) included for comparison.

(a)では、ユーカリノキ以外の樹木の生残率が低い。(b)ではユーカリノキの中でも落葉性、常緑性で生残率がばらばらであり、(c)落葉性の中では生残率はばらばら。

# 考察

- 火災レジームごとの火災強度の違い  
→火災燃料の蓄積によるもの
- 樹木の生残と幹の生残の大きな違い  
→調査地の樹木は萌芽などによる  
火災抵抗性が高い。
- ユーカリノキ以外の落葉性樹種は  
火災による影響を受けやすい  
→開葉時期の後期火災は特に！！

# 考察

- 幹の生残とDBHの関係

DBHがそれぞれ以下の時は枯死率が高い

→2~30cm 萌芽率とのオフセット

リグノチューバー(根部の木質塊)

からの萌芽

→40 cm ~

シロアリによる被害

# まとめ

- unplanned fireの反復数が足りない！！
- 火災の頻度は多様性に影響する。
- 頻度を減らすと火災強度が上昇  
初期火災を起こして燃料を  
意図的に燃やすべきである。