

沖縄県西表島における亜熱帯性広葉樹林の林分構造と9年間の動態

矢野慶介・高橋 誠・岩泉正和・生方正俊（森林総研林育セ）・半田孝俊（森林総研林育セ東北）・山田浩雄・久保田正裕（森林総研林育セ関西）・星比呂志（森林総研林育セ九州）・上野真一（環境省）・大塚次郎（林野庁）・山口秀太郎（森林総研林育セ西表）

要旨：沖縄県八重山諸島に位置する西表島にはオキナワジイやオキナワウラジロガシを優占種とする亜熱帯性常緑広葉樹林が広がり、ケナガエサカキなど八重山諸島固有の樹種が多く見られる。林木育種センターでは、これらの貴重な林木遺伝資源の保全を図るため、1998年に西表島東部の天然林内に長期モニタリングプロットを設定し（面積：0.25ha）、構成樹種や個体数、個体サイズの推移を調査している。2002年、2007年には、調査プロット内に生育する胸高直径5cm以上の全ての個体を対象に樹高、胸高直径の測定を行った。本研究では、9年間の調査林分の樹種構成やその変化、新規加入率、枯死率などについて解析を行った。

1998年の設定当初にはプロット内に48種の樹木が生育し、オキナワジイが優占していた。個体密度は2152本/haで、胸高断面積合計は42.8m²/haであった。その後9年間の枯死率は2.21%/年、新規加入率は2.54%/年で、共に高い傾向にあった。枯死は台風による強風が観測された2002～2007年の期間で多く、大径木が少なかったことから、台風による強風に起因する攪乱が強く影響していると示唆された。また、新規加入では、萌芽更新が多く見られた。

キーワード：亜熱帯林、攪乱、台風、萌芽

I はじめに

沖縄県は亜熱帯気候に属し、温帯要素の種と熱帯要素の種が入り交じる、特徴のある生態系を構成している。日本では琉球列島のみ分布する種が多く見られ、その中にはタイワンオガタマノキなどの有用樹が含まれるほか、現在利用されていない樹種についても、将来の利用のために保全することが求められている(3)。沖縄県南部の八重山諸島に位置する西表島は、島のほとんどがオキナワジイなどを優占種とする亜熱帯性常緑広葉樹林で覆われ(2)、ケナガエサカキなどこの地域にしか分布していない貴重な樹種が見られる。森林総合

研究所林木育種センターでは、この地域の林木遺伝資源の保全の一環として、1998年に西表島の天然林内に調査プロットを設定し、林木遺伝資源の動態の調査を行っている。本研究では、この調査プロットの林分構造および2007年までの9年間の動態について報告を行う。

II 調査地概要と調査方法

1) 調査プロット 調査プロットは、1998年2月に沖縄県西表島東部の森林総合研究所林木育種センター西表熱帯林育種技術園内にある天然林内に設定した。調査プロットの面積は0.25haであり、台地状の尾根筋に位置している。調査地から最も

Keisuke YANO, Makoto TAKAHASHI, Masakazu G. IWAIZUMI, Masatoshi UBUKATA (Forest Tree Breeding Center, FFPRI, Hitachi, Ibaraki 319-1301) Takatoshi HANDA (Tohoku Regional Breeding Office, Forest tree breeding center, FFPRI, Takizawa, Iwate 020-0173) Hiroo YAMADA, Masahiro KUBOTA (Kansai Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, FFPRI, Shouou, Okayama 709-4335) Hiroshi HOSHI (Kyushu Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, FFPRI, Goushi 861-1102) Shin-ichi UENO (Ministry of the Environment, Chiyoda, Tokyo 100-8975) Jiro OTSUKA (Forestry Agency, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Chiyoda, Tokyo 100-8950) Shutaro YAMAGUCHI (Forest Tree Breeding Center Iriomote Tropical Tree Breeding Garden, FFPRI, Taketomi, Okinawa)

Forest structure and dynamics over 9 years in a sub tropical broad-leaved forest in Iriomote island, Okinawa.

近い大原のアメダス観測点のデータでは、年平均気温 23.6°C、年間降水量 2223.5mm である。暖かさの指数は 223 であり、暖かさ指数 180~240 の亜熱帯多雨林に分類される(10)。

2) 調査方法 調査は、1998 年の設定時と、2002 年 2 月、2007 年 2 月に行った。プロット内に生育する胸高直径 5 cm 以上の全ての個体をラベルにより識別し、樹種同定を行い、胸高直径を測定した。調査の結果をもとに、立木密度、胸高断面積合計、種の多様性を表す指数である Shannon-Weiner 指数 H' 、年平均枯死率 (以下枯死率とする)、年平均新規加入率 (以下新規加入率とする) を算出した。また、樹種別胸高断面積合計に基づき相対優占度を算出した。相対優占度は、樹種 i の胸高断面積合計が群集の全樹種での胸高断面積合計に占める割合である。Shannon-Weiner 指数 H' 、枯死率および新規加入率については次の式を用いて算出した。

$$\text{Shannon-Weiner 指数 } H' = -\sum p_i \cdot \ln(p_i)$$

p_i は樹種 i の個体数が、群集の全個体数に占める割合である。

$$\text{枯死率} = \ln(N_b/N_s) / t \times 100$$

$$\text{新規加入率} = \ln(N_e/N_s) / t \times 100$$

N_b は、調査開始時に生きていた個体数、 N_s は、調査期間を通じて生き残った個体数、 N_e は調査終了時に生きていた個体数、 t は調査の期間 (年) を示している。

2007 年の調査で枯死が確認された個体については、枯死原因を幹折れ、根返り、立ち枯れ、不明の 4 つに分類し、不明を除いた 3 つの枯死原因の割合

を算出した。また、2002 年および 2007 年の調査で新規加入した個体については、萌芽による更新と実生による更新の割合を算出し、更新が多く見られた樹種上位 7 種については樹種毎に更新様式の割合を算出した。

III 結果

調査年次別立木密度、胸高断面積合計、平均胸高直径、出現種数および Shannon-Weiner 指数 H' を表-1 に示す。立木密度はいずれの年次においても 2000 本/ha 以上の値を示した。胸高断面積合計は 40m²/ha 以上の値を示し、いずれの年次においても増加傾向を示していた。平均胸高直径は 12.4~13.3cm、出現種数はのべ 53 種、Shannon-Weiner 指数 H' は 3.17~3.24 であった。

調査開始時における相対優占度上位 10 種の調査年次別立木密度、胸高断面積合計および相対優占度を表-2 に示す。オキナワジイの相対優占度が高く、半分以上を占めていた。次に優占度の高いのはタブノキであった。そのほかの樹種では相対優占度は 0.03 以下であり、調査プロット内に出現した 53 樹種中 39 樹種は調査期間を通じて相対優占度が 0.01

表-1. 調査年次別立木密度、胸高断面積合計、平均胸高直径、出現種数および Shannon-Weiner 指数 H'

	1998	2002	2007
立木密度(本/ha)	2152	2416	2224
胸高断面積合計(m ² /ha)	42.8	45.6	47.8
平均胸高直径(cm)	12.4	12.4	13.3
出現樹種数	48	51	51
Shannon指数H'	3.23	3.17	3.24

表-2. 調査開始時における相対優占度上位 10 種の調査年次別立木密度、胸高断面積合計および相対優占度

樹種名	1998年			2002年			2007年		
	立木密度 (本/ha)	胸高断面積 合計(m ² /ha)	相対 優占度	立木密度 (本/ha)	胸高断面積 合計(m ² /ha)	相対 優占度	立木密度 (本/ha)	胸高断面積 合計(m ² /ha)	相対 優占度
オキナワジイ	436	25.8	0.60	576	26.1	0.57	488	26.4	0.55
タブノキ	176	4.2	0.10	184	4.7	0.10	164	5.0	0.11
リュウキュウモチ	104	1.2	0.03	120	1.3	0.03	108	1.4	0.03
フカノキ	52	1.0	0.02	48	1.2	0.03	44	1.4	0.03
オオバエゴノキ	128	0.9	0.02	144	1.1	0.02	124	1.3	0.03
ホルノキ	60	0.8	0.02	56	0.9	0.02	48	0.7	0.01
アオバノキ	84	0.8	0.02	84	0.9	0.02	76	0.9	0.02
コハンモチ	76	0.7	0.02	76	0.6	0.01	60	0.6	0.01
ヒサカキサザンカ	64	0.7	0.02	68	0.9	0.02	60	0.9	0.02
クオカネモチ	32	0.6	0.02	32	0.7	0.01	28	0.8	0.02
ツゲモチ	84	0.6	0.01	84	0.6	0.01	88	0.8	0.02

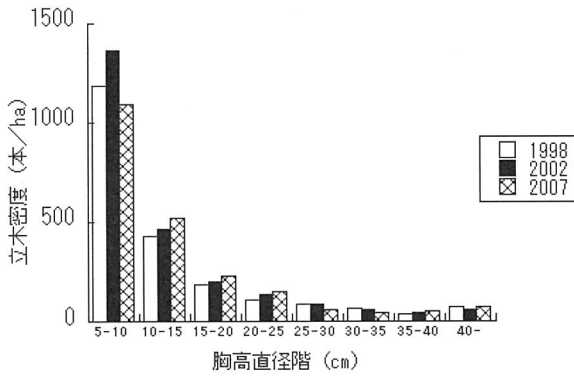


図-1. 年次別胸高直径階別立木密度

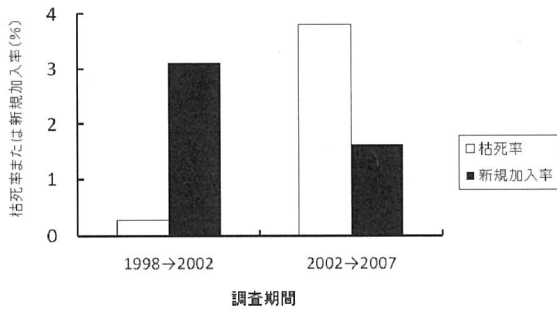


図-2. 調査期間別枯死率と新規加入率

を超えることはなかった。優占度の低い樹種には、ケナガエサカキやタイワンオガタマノキなどが見られた。調査期間中、優占種であるオキナワジイは胸高断面積合計では増加傾向であったが相対優占度では下がる傾向をしめした。一方、タブノキ、オオバエゴノキなどは胸高断面積合計、相対優占度共に増加傾向であった。主要構成樹種の中ではオキナワジイに加えて、ホルトノキとコバンモチは相対優占度が下がる傾向を示していた。1998年の調査開始後に新たに調査プロット内で確認された樹種は、アカメガシワ、イヌビワ、カンコノキ、シマサルスベリ、リュウキュウモクセイの計5種であった。一方で、プロット内から消失した樹種はカンザブロウノキとシバニッケイの2種であった。

年次別胸高直径階別立木密度を図-1に示す。ほとんどの個体が胸高直径20cm以下の小径木で、L字型分布を示していた。

調査期間ごとの枯死率および新規加入率を図-2示す。9年間の枯死率は全プロット平均で2.21%であった。調査期間別では2002年から2007年にかけて

表-3. 新規加入個体数上位7種の更新様式

樹種	萌芽由来	実生由来	個体数
全体	56.6	43.4	129
オキナワジイ	86.3	13.7	51
オオバエゴノキ	75.0	25.0	8
アカミスギ	28.6	71.4	7
ヒメサザンカ	20.0	80.0	5
リュウキュウモチ	80.0	20.0	5
アカテツ	0.0	100.0	4
シロミス	50.0	50.0	4

での枯死率が高い傾向であった。死因不明であった34個体を除いた68個体の枯死原因は、幹折れが53%、根返りが13%、立ち枯れが34%であった。また、9年間の新規加入率は全調査期間平均で2.54%であり、1998年から2002年にかけての方が高い傾向であった。

新規加入個体数上位7種の樹種別更新様式を表-3に示す。全新規加入個体のうち、萌芽による新規加入の割合は56.6%であった。樹種別では、オキナワジイ、オオバエゴノキ、リュウキュウモチなどでは75%以上の個体が萌芽で更新していた。また、期間別では、1998~2002年では萌芽による新規加入が70.3%であったのに対して、2002~2007年では38.2%であった。

IV 考察

本調査プロットでは調査期間を通じて、のべ53種の生育が見られ、数多くの樹種が生育する林分であった。最も多く見られたオキナワジイは相対優占度が0.5以上の高い値を示した一方、そのほかの樹種はほとんどが0.01以下だったことから、優占種であるオキナワジイを中心に、多様な樹種が少数ずつ生育する林分であることが明らかになった。オキナワジイ以外では、タブノキ、リュウキュウモチ、ヒサカキサザンカ、ツゲモチ、ケナガエサカキ、タイワンオガタマノキなどが見られ、ケナガエサカキースダジイ群集の構成種とされる樹種(10)が多く見られた。ケナガエサカキースダジイ群集は西表島の丘陵から山地にかけて最もよく見られる群集であり、調査林分は典型的な西表島の山地林であると考えられる。また、屋久島の温帯林ではShannon-Weiner指数 H' は1.5~3.0程度(1)、沖縄本島北部では3.0~4.0程度と報告(2)されていることから、本調査地

は種の多様性は温帯林より高く、沖縄本島北部の亜熱帯林と概ね同程度であることが明らかになった。

今回の調査では、枯死率は他報告と比べるとやや高い値を示し(11)、2002年から2007年にかけての方が枯死率は高い傾向を示した。調査地から7kmの距離にある大原のアメダスによる観測では、1998年から2002年にかけては風速20m以上の風は観測していないのに対して、2006年には台風13号が西表島に接近し、風速30m以上の猛烈な風に見舞われた(6)。2007年の調査では、幹折れおよび根返りによる枯死がおよそ3分の2を占めており、2002年以降では台風による強風のために枯死した個体が多いことが考えられた。

一方で、新規加入率も2.54%であり、他報告よりもやや高い傾向を示した(11)。調査期間別では1998年から2002年にかけての方が高い傾向であったが、枯死率のような大きな違いは見られなかった。新規加入個体は半分以上が萌芽によるものであり、オキナワジヤオオバエゴノキなどにおいて萌芽による更新が顕著であった。対馬での報告では、オキナワジヤの基本種であるスダジヤは萌芽による更新が多いとされている(8)(9)が、今回の調査でも同様の傾向が認められた。また、2002年から2007年にかけては萌芽による更新の割合が低かったが、1998年から2002年にかけて台風の襲来が少なかったことから、枯死個体が少なく萌芽の発生が少なかったと考えられる。攪乱頻度の高い地域では萌芽による更新が個体群維持のために有効とされているが(4)、台風の襲来の多い西表島でも萌芽による更新が多いことが本研究でも明らかになった。

今回調査を行った林分は枯死率が高く、小径木が大半を占めていた。台風による猛烈な風を観測した2002年から2007年の方で枯死率が高かったことから、台風の影響を強く受けていることが考えられ、そのため大径木まで生育する個体が少ないと考えられた。一方で、新規加入率も高く、個体の入れ替わりがかなり早いペースで起こっていると考えられる。本調査地は生物多様性の高い林分であり、貴重な樹種を含んでいることから、今後も林分構造の推移を把握することが重要であると考えられる。

V 謝辞

本調査は、森林総合研究所林木育種センター海外協力部西表熱帯林育種技術園の前園長影義明氏、千木良治研究室長をはじめとする技術園職員一同の協力をいただいた。また、樹種同定において沖縄森林管理署大原森林事務所加島首席森林官にご協力をいただいた。この場を借りて御礼申し上げる。

参考文献

- (1) Aiba. S., Hill D. A., Agatsuma. N.(2001) Comparision between old-growth and secondary stands reneneratiing after clear-felling in warm temperate forests of Yakushima, southern Japan. For. Ecol. Manage. 140 : 163-175
- (2) 新地憲一(2002)シリーズ生態系保護地域22 西表島. 森林科学 34 : 55-58
- (3) 新本光孝・平田永二・安里練雄・新里孝和(1998) 熱帯・亜熱帯性資源植物の収集・保存に関する研究 (VIII) 西表島の天然林について. 琉球大学農学部学術報告 45 : 221-229
- (4) Bellingham P. J., and Sparrow A. D. (2000) Resprouting as a life history strategy in woody plant commiunities. Oikos. 89 : 409-416
- (5) Feroz. S.M., Yoshimura. K., and Hagiwara. A. (2008) Stand stratification and woody species diversity of a subtropical forest in limestone habitat in the northern part of Okinawa Island. J Plant Res. 121 : 329-337
- (6) 気象庁, 「気象統計情報, 過去の気象データの検索」, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2008年10月10日アクセス)
- (7) Kubota. Y., Murata. H., and Kikuzawa. K. (2004) Effect of topographic heterogeneity in tree species richness and stand dynamics in a subtropical forest in Okinawa Island, southern Japan. J of Ecology . 92 : 230-240
- (8) Miura. M., and Shin-ichi. Y. (2003) Structure and dynamics of *Castanopsis cuspidate* var. *sieboldii* population in an old-growth,

- evergreen, broad-leaved forest: The importance of sprout regeneration. *Ecol Res* 18 : 115-129
- (9) Miura. M., and Shin-ichi. Y. (2003) Effects of sprouting and canopy status on the structure and dynamics of a *Castanopsis cuspidate* var. *sieboldii* sapling population in an old-growth evergreen broad-leaved forest. *For. Ecol. Manage.* 183 : 387-400
- (10) 宮脇昭(1989) 日本植生誌 沖縄・小笠原.. 676pp, 至分堂, 東京.
- (11) Takyu. M., Kubota. Y., Aiba. S., Seino. T., and Nishimura.. T. (2005) Patten of changes in species diversity, structure and dynamics of forest ecosystems along latitudinal gradients in East Asia. *Ecol Res* 20 : 287-296

