

イエローストーン地域における大火災の影響と意義

伊藤 太一

要旨：1988年夏にアメリカのイエローストーン地域で発生し約97万haに及んだ大火災は多方面からさまざまな議論を呼んだ。この火災の過程を検証するとともに、2年を経た時点でのその意義や影響を展望した。その結果、国立公園や国有林に課せられた自然環境の保全と人間による利用という相反する目的を果たすことのジレンマと、概念としての「生態系」を境界で囲まれた空間として保全することの問題が明らかになった。とりわけ人間活動の位置付けの難しさが浮き彫りにされた。

1. はじめに

1988年の夏に3ヶ月以上にわたって燃え続けたイエローストーン地域(Greater Yellowstone Area)の大火災は日本でも報道されるほど注目を浴びた。以来、その焼け跡には植生が侵入するとともに、その影響と公園の在り方に関してさまざまな文献が発表されている。筆者はイエローストーン地域を1978年以来、火災の最中および直後を含め、計6回訪れている。また、1988年は、国立公園研究のため滞米中であったため、日々のニュースからこの火災に対するアメリカの社会の反応にも身近に接することができた。

最初の訪問以来の変化として訪問者の増大が印象に残った半面、国立公園の管理が人間を中心とする保全から自然環境を中心とする保全に移行したことは、火災の発生までほとんど認識されなかった。しかし、公園の目的が自然環境の保全中心になっても、人間の利用を前提して存立している限り、常に人間の影響を考慮しなければならない。すなわち、どこまで人間の影響を許容し、どこからは排除するか境界が意見の別れるところである。

1988年の夏の火災はその最中から多くの論争を引き起こし、その最終的な影響評価には100年以上を要するだろうが、現在の考え方を位置付けてみた。本論では、新聞から一般誌、専門誌までを含む文献に示された多様な視点から、この火災の自然環境と人間への影響を捉えようとした。その議論は消火活動の是非だけでなく、生態系としての認識の妥当性、政策問題、管理問題、マスメディア、教育、行政機構、予算など多岐にわたり、学ぶべきことは多い。

2. アメリカにおける森林火災¹⁾

北米では近年でも森林火災は猛威をふるい1982年からの4年間の年平均焼失面積合計は1,460,000haに達している²⁾。また、都市化により森林と接した郊外の住宅地が増加し、森林火災によって延焼する住宅も増加している³⁾。たとえば、1985年にはアメリカで1400軒の家が焼失し、44人の命が失われている⁴⁾。

火災の原因には落雷、火山活動などの自然の要因に基づくものと、焚き火など人間が関与した

ものがある。日本では自然発火による森林火災の発生は稀であるが、北米では夏に乾燥する地域が広く、かなりの頻度で発生している。その原因の多くは落雷である。とりわけ、雨を必ずしも伴わない雷嵐(thunder storm)がよく発生する。1976年度の統計によると比較的奥地に位置する連邦政府の管理下にある森林における火災の過半数が落雷によるもので、焚き火などの他の要因を大きく上回っている⁵⁾。

森林火災への対応としては、徹底的消火と全く放任という両極端な方法に加えて、管理することによって役立てるという対応もある。そのような見地から管理されている国有林や国立公園の森林火災管理規定について説明する。それによると森林火災は対応の違いから、非管理火災(wild fire)と管理火災(prescribed fire)の2種類に分けられる。森林火災として一般にイメージされるのが非管理火災であり、望まれないものであるため、即消火あるいは抑制活動の対象となる。一方、管理火災ということばは、日本でなじみが薄いだけでなく、アメリカの報道関係者もその管理規定上での定義を正確に把握していなかったため、報道が不正確となり、人々に誤解を生じさせた。

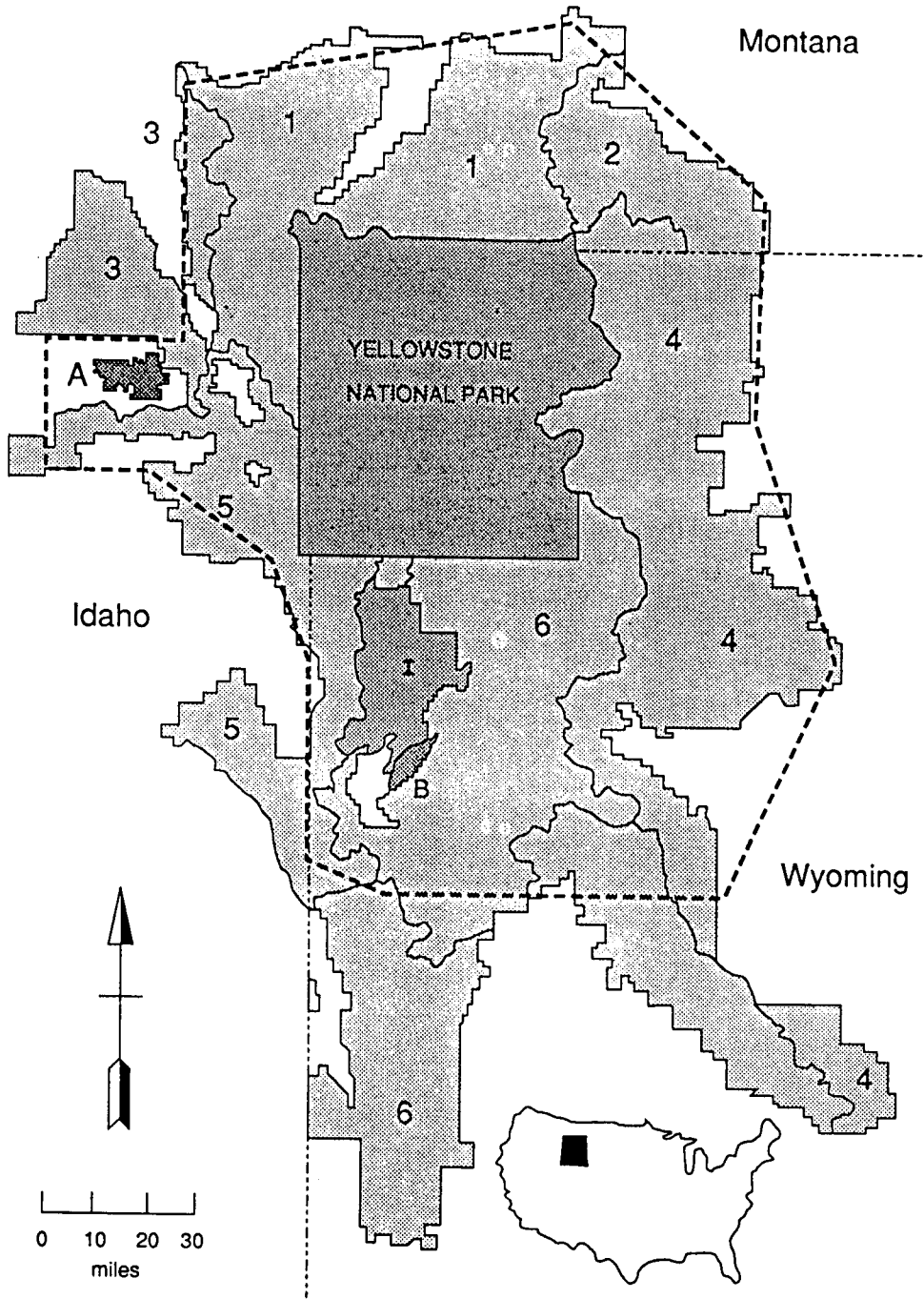
管理火災には自然のもの(prescribed natural fire)と人為的なもの(man-ignited fire)の2種類ある。自然の場合は落雷等が主たる原因であるのに対して、人為的な場合は、焚き火などの失火ではなく、管理者が管理指針に規定された対象地域でその環境管理を行うことを目的として着火したものである。主体が管理者であることと、森林環境管理が目的である点で、放火魔の活動とは明確に区別される。また管理火災においては、自然発火にせよ人為発火にせよ、発生した時点からその動向が観察され、もし管理基準を越えることになれば、非管理火災と認識され、消火・抑制の対象となる。

3. イエローストーン地域の概況^{6,7)}

イエローストーン地域はロッキー山脈に位置し、ワイオミング州の北西部からモンタナ、アイダホ州にまたがっている。イエローストーン地域は図-1のように国立公園局の管理するイエローストーンとグランドテトンの2つの国立公園とそれらを結ぶロックフェラー記念パークウェイからなる地域と、それらを取り囲む森林局の管理する6つの国有林からなっている。また、2つの野生動物保護区もそれらに含まれている。

このイエローストーン地域は総面積約4,375,000haに及び、6つの国有林の合計面積の53%が木材生産活動から除外されたウィルダネス(wilderness)あるいはそれと同等の取り扱いを受け、2つの国立公園の90%がウィルダネスに相当する自然ゾーン(natural zone)の指定を受けている。これらの地域では自然の過程の保全が重視され、人間の影響は極力排除される。1988年の大イエローストーン火災(Great Yellowstone Fire)では、これらの国有林などの地域も含めている。

この中心をしめるイエローストーン国立公園は、10,000を越える活発な間欠泉と雄大な渓谷と湖で代表され(図-2)、その特異な景観が世に知られた結果、1872年3月1日に世界最初の国立公園として設立された。さらに、1976年にはユネスコの生物圏保全地域(biosphere reserve)に、1978年には世界遺産地区(world heritage site)に指定され、その自然環境の特色が世界的に認識されている。この公園の総面積は898,337haで、中心部は標高2,300-2,800mのイエローストーン高原(Yellowstone Plateau)によってしめられる。かつてのカルデラでもあったこの高原を挟み、北西部には3,000mを越えるガラティン山脈(Gallatin Range)の山々が並び、南東部には、最高地点のイーグル山(Eagle Peak, 3,462m)を含むアブサロカ山脈(Absaroka Range)の山々が連なっている。



I: Grand Teton Natinal Park, 1: Gattalin National Forest, 2: Custer N. F., 3: Beaverhead. N. F., 4: Shoshone N. F., 5: Targhee N. F., 6: Bridger-Teton N. F., A: Red Rocks Lake National Wildlife Refuges, B: Elk N. W. R.

図-1 イエローストーン地域 (Greater Yellowstone Area)⁵⁵⁾



図-2 イエローストーンの大渓谷 (1988.8, Grand Canyon of Yellowstone)

この標高からも推察されるように冬は長く、厳しい。2月には高原部においても最低気温が -53°C にも及ぶ一方、7月には 35°C に達する⁸⁾。また、日較差も同様に大きく7月でも零下になる日もある。年降水量は約400mmで、内陸部の特色として、夏期には高温低湿度となり、7月には平均して14回の雷をともなった嵐が発生する。そのため、火災が頻発し、この地域の生態系の一部を構成している。

植生は単純で、公園面積の約60%、森林面積の約80%はロジポールパイン(*Pinus contorta*)で覆われている。このマツは標高2,300-2,560mの流紋岩地域に生息し、その生活史において、落雷による自然発火の火災が大きな影響を及ぼしてきたことが知られている。ダグラスファー(*Pseudotsuga menziesii*)は北部の標高1,800-2300mの地域に見られる。同じ地域の標高1,500-2,300mの地帯にはヨモギ(*Artemisia tridentata*)の草地も広がり、エルクなどの偶蹄類の冬の食料源となっている。一方、標高2,560m-3,000mの山岳地域ではエンゲルマンズブルース(*Picea engelmannii*)や亜高山性のモミ(*Abies lasiocarpa*)やホワイトバークパイン(*Pinus albicaulis*)が優占する。火災などによる攪乱直後の地区や林縁、湿地にはヤマナラシ(*Populus tremloides*)が見られる。これらに代表される植生の分布は5,000年前から比較的安定しているといわれる。

大型の哺乳類としては35,000頭以上のエルク(*Cervus elaphus*)と2,700頭程度のバイソン(*Bison bison*)を始めとして灰色熊(*Ursus arctos*)、ムース(*Alces americana*)などが生息する。

なお、園内にはマンモス(Mammoth)、オールドフェイスフル(Old Faithful)、レークビレッジ(Lake Villege)、キャニオンビレッジ(Canyon Villege)、グラントビレッジ(Grant Villege)などの集団施設地区がある。これらを起点として毎年、夏期のシーズンに250万人を越える人々が訪れている。

4. イエローストーン地域の火災への対応の変遷

1) 白人の移民以前

アメリカ大陸では火災はその自然の一部であった¹⁾。イエローストーン地域でも氷河が退いた12,000年前からこの自然を動かしてきたと考えられる。また、300-400年周期で今回と同規模程度の火災が発生している。この地域での前回の大火災は1700年代に発生している。

1872年に国立公園として設立される以前から、約7,000年にわたってインディアンがこの地域

を訪れ、火入れを行っていた。彼らは火入れによって狩猟の対象であるエルクやバイソンなどの好む草地在り形成されることを知っていたからである。また、集落の周辺では、敵が隠れる場所をなくすためにも火入れを行なった。このように19世紀前半に毛皮を求めて白人がこの地を訪れた頃の自然環境は既に人間の手の加わったものであった。1870年に今日の公園地域を訪れたウォッシュバーン(Washburn)探検隊も、インディアンによる火入れについて報告している。

2) 国立公園における取り扱い⁹⁾

公園設立後しばらくは管理主体不在のままに密猟などが放置されていたが、密猟者やキャンパーによる火災がすでに発生していた¹⁰⁾。1886年には公園の管理のため騎兵隊が駐屯するようになった。当然ながら、彼らは火災は悪であるという信念を持っていたので、それ以降観光資源としての景観と施設の保持および利用者の安全のため、発見された火災はすべて抑制の対象とされた。その消火活動の記録は1889年から始まっているが、当時の管理者の数や装備を考慮すれば、その活動の影響は少ないと考えられる。1912年には公園の境界付近での消火活動について農務、内務、陸軍の3省間でとりきめが結ばれている。1916年に公園局が内務省に設立されたのを受けて1918年には軍隊はイエローストーンを去ったが、21名がレンジャーとして残留し同様な管理が引き継がれた。1926年にはモンタナ州のグレイシア(Glacier)国立公園で大火災が発生したことに対応して、国立公園局に林業部門(Forestry Division)が設立されている¹¹⁾。1931年には火のみやぐらが設置され、1939年には消火に初めて航空機が用いられた。年間訪問者が500,000人を越えた翌1940年には、消火訓練も催されている。

本格的な森林火災の消火活動が始まったのは、航空機の導入された第二次大戦後である。1946年には消防車も導入され、1951年に専任の消防士が配属された。1958年にはヘリコプターも利用された。さらに、1960年には化学的消火剤が用いられるようになった。

一方、早くも1894年に、ヨセミテ(Yosemite)国立公園の管理に携わっていたゲール大尉(Captain G.H.G. Gale)は、この地域での火災の必要性を述べ、消火は全く破壊的な結果を生じると内務長官に報告していた¹²⁾。しかし、それが広く認識されるのは20世紀になりクレメンツ(Clements)らによる植物遷移に関する研究が進んでからであった。とりわけ、1960年代から自然環境の保全運動が活発になり、1964年のウィルダネス法をはじめとするさまざまな環境関係法案が成立した。

国立公園に関係するものとしては1963年にレオポルドレポート¹³⁾と呼ばれる公園の自然環境管理方針に大きな影響を及ぼした報告書が重要である。この報告書はそのタイトルが示すように主として野生動物の管理について論じているが、その生息環境の管理手段として火災が必要であることにも言及している。すなわち、野生動物の管理とともに、植生も人間が管理することによって、白人が植民する以前の、より「自然な」環境を再生することを提案している。

そこで先ず、フロリダ州のエバークレーズ(Everglades)国立公園とカリフォルニア州のセコイア(Sequoia)国立公園で火災への対応が変化した。エバークレーズの亜熱帯湿原地域に自生するスラッシュパイン(*Pinus elliottii*)の森林は乾期の火災によってその生育環境が維持されてきたことが知られ、すでに1958年から管理火災の実験が始められていた。また、セコイアでは、世界最大の巨木であるジャイアントセコイア林は下層植生が頻繁に焼き払われるので成立したことが明らかになっていた。これらの地域ではレクリエーション利用や気候などを考慮して、予め準備を整えてから所定の地域を人間が着火して焼き払うという手法での管理火災が実行されることになった。

国立公園局はこれらの公園での成果を踏まえて、1968年にレオポルドレポートに従った政策を採用し、火災の取り扱い指針を変更した。イエローストーンでは翌1969年に抑制、緩衝、自然の

3つのゾーンからなる火災管理地域が提案され、正式には1972年から、火災を発見したら直ちに消火するという従来の方針を改め、条件を満たすものは自然による制御に委ねる方式を採用した。その時点でイエローストーンを含めて12の国立公園が落雷による火災で条件を満たすものを管理火災として受け入れるようになっていた。

これらの地域で管理火災を導入した理由は大きく3つある。第一に、この地域の植生遷移には火災が不可欠であること。第二には、利用の点からも、燃えやすい落葉落枝の堆積による危険な大火が防げるとともに、動植物の多様性が維持できるということがあげられる。第三に、火災が安価な自然環境管理手法であるという点も無視できない。しかし、イエローストーンでは上記の2つの公園とは異なり、処方された焼き払いではなく、自然発火による火災を利用する方式が採られた。すなわち、落雷によって発生した火災は、所定の条件を満たせば自然に鎮火するのに任せることになった。この方針に関する反論は後述する。

許容条件としては、自然ゾーンと指定された地域であること、その火災が利用者や施設などに影響を与えないものであること、希少な動植物の自生地などの特殊な自然環境ではないこと、国有林などの隣接地域に影響を与えないことなどが規定されていた。イエローストーンでも管理者が着火することは許可されていたが、気候条件が合わないとして実行されなかった¹⁴⁾。

この方式は「自然管理(natural control)」、「管理自然火災(prescribed natural fire)」などと呼ばれているが、簡略化して「燃えるに任せる(let-burn)」方式と呼ばれたために誤解が生じた。自然に任せると称しても、火災の発生が関知された時点からその火災の動向を見張り続け、もし広がったりする兆候が表われたら即座に抑制、消火活動に入るというものであり、決して自然発火の火災を放置するものではなかった。

3) 国有林¹⁵⁾

アメリカにおける国有林制度は1891年にイエローストーン国立公園を取り巻く地域が保護林に指定されたことに始まり、1905年に森林局が創立され管理に当たっている。その当初から火災の

防止と消火は重要な業務とされた。1910年にはモンタナ州とアイダホ州にまたがる大火で約1,315,000haが焼失し、100名以上の命が失われた。だが、これを教訓として森林火災への対応が急速に進展した。また、啓発活動も防火と平行して推進された。とりわけ、1945年に導入されたスモーキーベア(Smokey Bear, 図-3)のキャラクターは、ミッキーマウスやドナルドダックと並ぶ人気を博し、森林火災防止キャンペーンに貢献するとともに国有林のマスコットになった⁵⁾。

一方、林業との関係から火災の利用研究が進み、1940年代から南西部では造林の手法として管理火災が用いられるようになった。また、1964年のウィルダネス法の成立によって国有林を中心としてウィルダネスが設定された。ここでは木材生産が除外されるだけでなく、自然のプロセスに任せると言うことで火災の役割が認識されるようになった。1971年から国有林に



図-3 国有林防火のマスコット、スモーキー
(Smokey's Fire Prevention Handbook より)

おいても条件を満たす落雷による火災を管理火災と見なすようになった。だが、国有林ウィルダネスでの管理火災の規定は国立公園のそれよりも一層厳密である。すなわち、湿度、風、天候などの気象条件や地形、植生などの状態を加味して火災を抑制するかどうかを決定し、焼失面積が1000エーカー(405ha)を越えるか、所定の湿度基準を下回ると消火・抑制の対象となった。この面積は国立公園の基準よりもはるかに小面積である。なお国有林と国立公園の境界での火災の取り扱いに関する、相互の合意が形成されていた。

5. イエローストーン地域における火災の自然環境への影響に関する調査

イエローストーンの火災を含む自然環境については公園専属の研究者及びモンタナ州やワイオミング州を中心とする近隣の大学の研究者らによって詳細に調べられている。現在も1シーズンに約200件の研究が推進されていると園長は報告している。

ヒューストン(Houston)は園内に81,000haの研究地域を設定し、400年間の火災の歴史を、その頻度と規模から調べ、火災と植生遷移の関係を推定した¹⁶⁾。また、彼は公園の自然環境を維持するためには、人間の非消費的利用(nonconsumptive use)が必要であると述べている¹⁷⁾。また、ロム(Romme)は過去350年間の火災の歴史を水源地域で調べ、植生や動物の多様性と火災の関係を示した。また、300-400年の周期で大火が起こっていることも明らかにした¹⁸⁾。前回は1700年代であったので、景観の多様性は1800年代が最も高くなり、その後減少しているが、公園設立後の人間による火災抑制の影響は大きくないと述べた。ただ、北部のヤマナラシとヨモギの群落が火災抑制の影響を受けていると指摘している。100年前の同じ場所の写真を比較した結果、近年はポプラが減少するとともに、針葉樹が増加・密生していること、ヨモギの草原では草本が減少し灌木が増加していること、さらに、流域のヤナギ類(*Salix spp.*)やハンノキ(*Alder spp.*)が減少していることを報告し、これらの変化はエルクの増加によるものだとする意見もあることを付記している。また、植生に示される景観の多様性は野生動物や魚類にも影響を与えていることを同じ地域の調査から明らかにした¹⁹⁾。

1972年からの管理火災の実施以降に、公園によって作成された火災管理の説明資料では研究の結果からその火災管理手法の正当性を説明している^{20,21,22)}。

6. 1988年の火災の経過(表-1)^{23,24,25,26,27,28)}

1980年代になってからロッキー山脈地域では年降水量が少なく早魃の状態であったが、夏期の降雨量はそれまでの平均の2倍に及んでいた。1988年も冬期の積雪は少なかったものの、火災のモニタリングが始まった4月の月間降水量は平均155%、5月は181%に達していた。ところが、6月になると突然20%に低下し、9月に至るまでほとんど降雨が記録されず、公園開設以来の記録的早魃となった。樹幹の湿度は6%を記録するまでに下がった。落葉落枝が林床を覆い、病虫害に侵され、ただでさえ燃えやすい状態の老齢林に、異常な乾燥と強風だけの雷が加わり、次々と発生した火災が猛威をふるった。この夏はアメリカ全土においても記録的な早魃となり、農作物に大きな被害をもたらしている。また、イエローストーン以外の西部の森林地帯の各地でも火災が発生した。さらには、アラスカではイエローストーン地域を上回る大火が発生している。

表-2に示したようにイエローストーン大火は8つの大火災から成るが、小火災も加えると発生総数は52に達する。これらの多くは落雷が原因であるが、世界最大の丸太建造物のオールドフェイスフルインを脅かしたノースフォーク(North Fork)火災は、公園に接する国有林におけるチェーンソーの火花が原因となっている。このようにイエローストーン大火という名であるが、国

表-1 イエローストーン火災の経過

1988年	できごと
4月	火災モニタリング開始, 4-5月の降水量は平年の168%
5.24	Lamar Valley で火災発生
6.15	園内12箇所で火災インデックスの計測開始
6.23	Shoshone 火災が始まる
7.03	Storm Creek 火災発生
7.04	落雷により3つの火災発生
7.09	Mist 火災発生
7.10	Pelican and Cone 火災始まる(湿度16-22%)
7.11	Clover 火災および Raven and Clove 火災始まる
7.12	Targhee 国有林一般地域で火災発生, 消火活動不成功, Falls 火災発生
7.15	新たな火災の全ての消火と現在の火災の抑制宣言(湿度12%), 火災面積合計3,500ha
7.18	火災面積合計4,900ha(湿度9-16%)
7.21	消火剤の利用決断, 効果なし, 全火災の消火を決定 火災面積合計6,800ha
7.22	訪問者への影響が始まる, Grant Village のキャンプ場閉鎖, 避難の決定 Grant Village 保護のためブルドーザの導入許可 Shoshone 火災が1日で400haを焼失, Targhee 国有林の火災を North Fork 火災命名
7.23	Grant Village から500人避難, ブルドーザの防火線を火事が通過
7.27	ホテル内務長官が火災視察, 公園政策支持, Shoshone 火災で1,800ha 焼失
7.31	火災面積合計76,000ha, West Thumb 地区閉鎖
8.09	火災面積合計80,500ha
8.11	North Fork 火災が Firehole 川を越える
8.15	Hellroaring 火災が Gallatin 国有林で発生, 火災面積合計100,000ha
8.20	100km 離れた Billings 市に降灰, 暗黒の土曜日, 1日で64,000ha焼失 Storm Creek 火災で9,500ha 焼失, 1日の焼失面積が過去16年間の5倍に達する Old Faithful が唯一の開園地区となる, 2時間で4,000acre 焼失 Hellroaring 火災が3,200ha から8,900ha に拡大(風速約27m/sec) Clover-Mist 火災が4時間で22.4km 広がり, 1日で60,000ha を焼失 Huck 火災発生, Grant Village, 2度目の避難
8.22	軍が到着, North Fork 火災が大渓谷を越える, Lake Hotel 閉鎖
9.06	Old Faithful Inn の700人の宿泊客避難, 消火活動に9,600人が投入される モンタナ州知事が野外レクリエーション禁止を指示
9.08	ホテル内務長官火災政策を非難
9.10	公園が完璧に閉鎖された唯一の日
9.11	火災発生以来初めての降雨
9.12	雪に変わり火災が弱まる
9.13	レーガン大統領が自然火災の取り扱い方針変更を示唆
9.14	ホテル内務長官が植林と動物への給餌を約束
9.17	火災が峠を越えたことを宣言
10.01	園内で火災の影響を受けた面積20%, 樹冠火10%, 全焼1%の報告

有林で発生して最初から消火の対象であった火災の割合が高い。

筆者が公園を訪れた8月16日には、時刻によって園内の交通が規制されていた。通行可能な道路であっても、その両側はまだ燻っているような状態であった。安全のため、そのような地区での停車は禁止されていた。ビジターセンターには日々の火災状況が掲示されていたが、配付はしていなかった(図-4)。また、広域にわたって拡散したスモッグが覆い、視程が減少するとともに、目が充血したり、鼻やのどが炎症を引き起こすほどであった。煙は直線距離にして700km程

表-2 主要な8火災の概要

名 称	発生日	面積(ha)	出火原因	出火地域	対 応
Clover-Mist	7.09/7.11	166957	落雷	公園	当初は管理火災
Fan	6.25	9439	落雷	公園	当初は管理火災
Hellroaring	8.15	33949	人間	国有林	当初から消火対象
Huck/Mink Complex	8.20	91259	人間	国有林	当初から消火対象
North Fork	7.22	161918	人間	国有林	当初から消火対象
Snake River Complex	6.01	90652	落雷	公園/国有林	当初は管理火災
Storm Creek	7.03	43645	落雷	国有林	当初は管理火災
Wolf Lake	不明	43488	不明	公園	不明

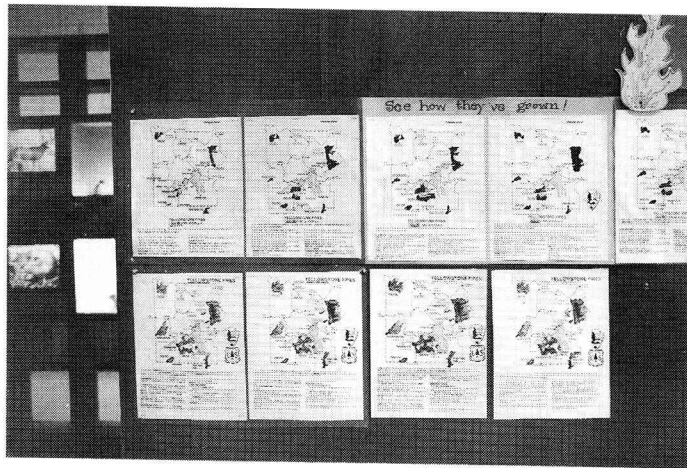


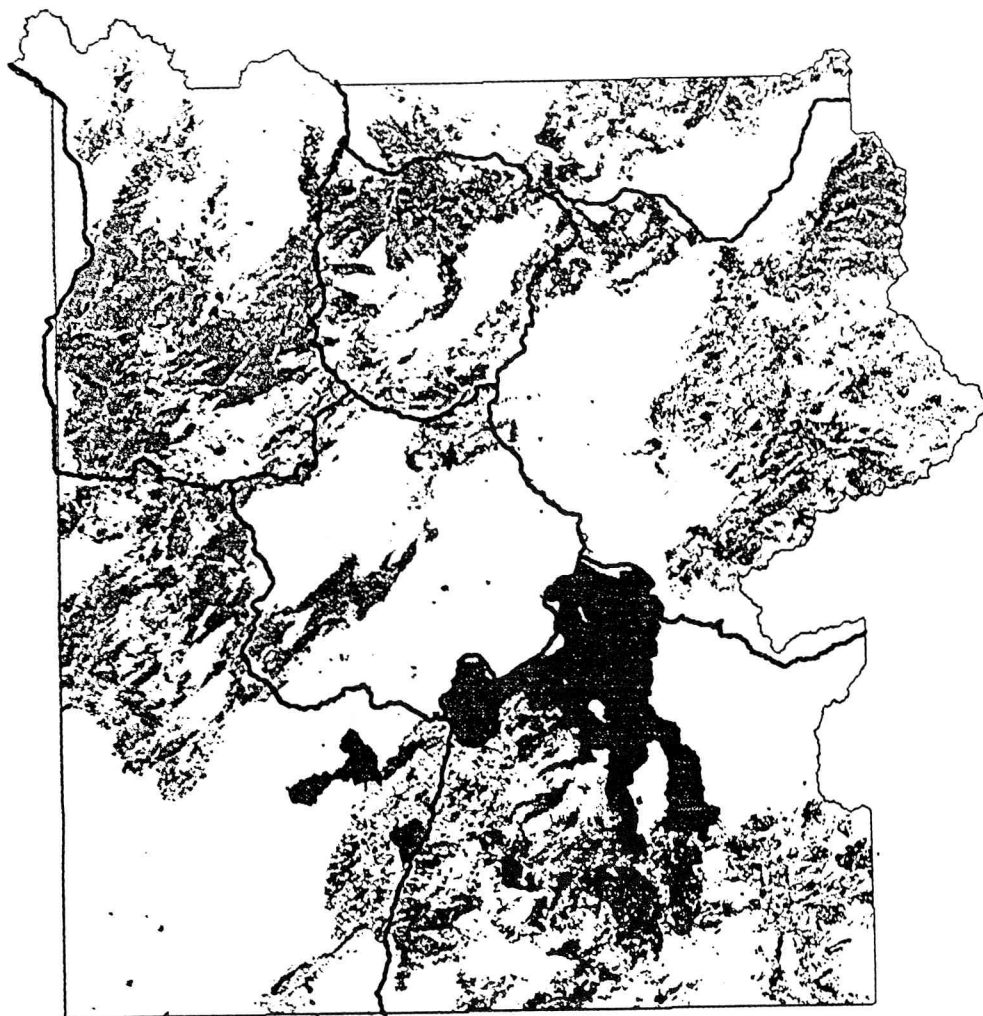
図-4 ビジターセンターに掲示された火災状況説明 (1988.8)

度離れているコロラド州のデンバーまで拡散したようだ。

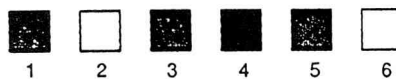
9月初めに公園に隣接するクックシティ(Cooke City)を危険に晒した火災は、クローバーミスト(Clover-Mist)火災が町を襲うのを防止するために、消防隊が予め迎え火(back fire)を放ったところ、風向きが変わりその迎え火が町に向かったものであった。9月11日に本格的に雪が降ったことによってこの火災は終息に向かったが、10月8日に再訪した際にもまだ各所で煙が上がり、ヘリコプターで散水していた。

公園内での火災の消火活動を助けるためにカナダも含む地域から消防隊がやってきたが、自然環境への影響を最少に抑えるため、大型機械による消火活動が規制された。途中からは許可されたが当初はブルドーザによる防火線の開削は禁止され、人力が中心となった。また、消火剤の利用も制限された。これらの制限に対する不満も一部に見られたようだが、ブルドーザによる防火線は、強風に乗って2kmも飛ぶ火の粉の前には何の意味もなさなかった。

火災の結果、イエローストーン地域の11%(570,000ha)、国立公園内の45%(400,000ha)が火災の影響を受けた(図-5)。施設に関しては、3軒の家と13軒のモービルホーム、10軒の私有のキャビン、2軒の森林局所有のキャビン、1軒の公園局所有のキャビン、その他18軒の建物が焼失した。消火費用総額は\$120,000,000に及び、人力による防火線1,071km、ブルドーザによる防火線220kmに及び、5,320tonの消火剤と38,000tonの水の散布され、飛行機が18,000時間以上使用された。消火に当たった人員9,500人のうち、2名が死亡した。うち1名は落ちてきた枝に当たり、もう1名は操縦していた飛行機の墜落による。大型動物への被害としては、243頭のエルク、4



PARK ROADS - heavy black lines
 PARK BOUNDARY - thin black line



Definitions

1. CANOPY BURN: All needles were burned from the tree and bare black branches remain. Ground cover was also burned.
2. MIXED BURN: A complex mixture of surface burn, canopy burn and scorched trees.
3. NONFORESTED BURN: Burned sage grasslands, meadows and alpine areas.
4. UNDIFFERENTIATED BURN: A mixture of burned sparse forests, small burn meadows and surface burns in densely canopied forest.
5. WATER
6. UNBURNED LAND WITHIN PARK BOUNDARIES

UNDELINEATED BURN: Surface burn under dense, unburned forest canopies that does not appear on this map.

図-5 火災焼失地域図⁶⁴⁾

中央部の黒い部分は湖

頭のシカ、2頭のムース、5頭のバイソンの死骸が確認されている。

なお、鎮火直後から防火線、臨時ヘリポートなど消火活動で影響を受けた箇所の修復が始まっている。

7. 火災に対する議論²⁹⁾

火災に関する3つの報告書が作成されている。1つはイエローストーン国立公園のスタッフによるもの³⁰⁾、もう一つはイエローストーン地域調整委員会の要請による生態学などの大学の自然科学者を中心として作成した自然環境への影響に関するもの³¹⁾、3つめは内務省と農務省によって任命された社会学者10人のチームによる森林火災政策に関するもの³²⁾である。それぞれ異なった視点から論じているので比較検討する。

まず、公園の研究部による報告は、これほどの大火災になることは予想不可能であったとし、その自然の一部として火災の意義を述べ、公園での火災の管理計画の適切さを説明し、火災の影響を肯定的に捉える。次に、生態学者らによる報告は、火災が全く自然のものとは言えないものの、その環境への影響は自然の許容範囲内であると述べるとともに、浸食防止を目的とした種子の散布、植林および野生動物への給餌などの人間による行為は例外を除き望ましくないという結論を下した。また、一層の研究を進め、その結果を管理に反映することを訴えた。

これらに対して政府任命委員の報告は、火災管理政策の考え方は健全としながらも、人間や境界外への影響を考慮し、非常事態にも対応できるもっと厳密な管理指針を設定し、その情報を公開し計画過程への住民や関連機関が参加できるようにすること、さらに一層の研究を進めることを勧告した。1989年5月の最終勧告では、一層具体的に自然火をコントロールする場合に統計的な情報を用いること、可燃物処理に人為的の火災を利用すること、さらに構造物や集落付近可燃物を予め除去することなどが提案された²⁶⁾。この勧告を受けて、6月からブッシュ政権は、それぞれの公園が新たな管理計画を立てるまですべての園内の火災を消火の対象とすることを内務省に指示した。

以下これらの報告の内容を含めた火災に関する議論の概要を記す

1) 自然環境への影響

ヘンディー(Hendee)は自然環境における火災の役割を、遷移、可燃物、昆虫・菌類、物質循環、生態系の生産力・多様性・安定性、野生動物の生息環境などを制御することにあるとしている³³⁾。今回の火災による環境への影響に関しては、植生、動物、土壌、浸食と沈殿、水系への影響などの分野から調査されているが、大気汚染に関しては、火災の最中に公園管理者によって広報資料に掲載された近隣の集落での大気汚染データが唯一のものである³⁴⁾。

まず、植生に関してはロムらは以前からのイエローストーンの火災史の研究の成果を踏まえ、

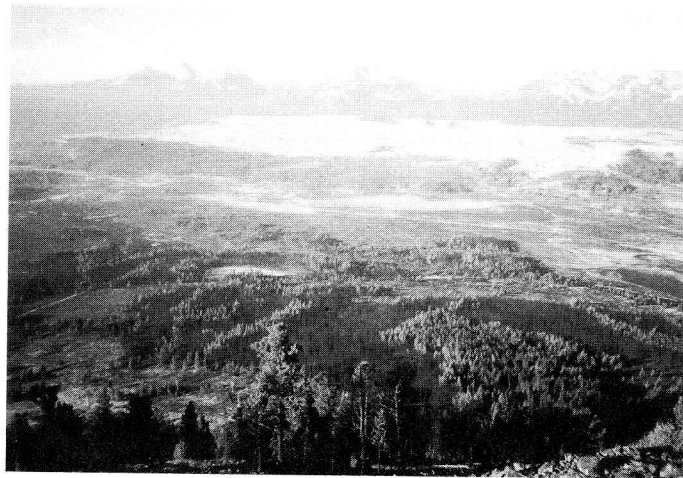


図-6 モザイク状に焼けた地域 (1988.10, Bunsen Peak より)

今回の大火災も異常なものではないとし、過去100年にわたる人間による火災抑圧と大火災化は関係がないことを示した³⁵⁾。一方、具体的な植生の回復に関してはさまざまな意見がある。多くは焼失地域がモザイク状(図-6)になっていることから、周囲からの植生が侵入するとともにロジポールパイン球果のうち休眠タイプのものが火災の熱によって開き、種子がまき散らされると言われている。それによると1 haあたり125,000から250,000の種子が散布され、その多くが動物の餌となっても5年後には2,500本ほどの実生が残ると予測されている。しかし、このような実生の発芽は激しく焼けた地域では観察されず、2年を経ても裸地のままである(図-7)。この疑問に対して公園側は場所によって変動が大きいことを認めている³⁶⁾(図-8)。

ナイト(Knight)は植生の変化にもなって動物も影響を受けるが、多様性に変化はないと予測し、まだ、不明な部分が多いので今後の研究に期待している³⁷⁾。シンガー(Singer)は今回の火災で死亡した大型の哺乳類の数は少なかったことを認めつつ、その死亡データを地形、植生、傾斜などとの関係を調べる一方、越冬地の焼失とその冬の死亡率との関係を追跡調査している³⁸⁾。



図-7 植生がまだ侵入しない地区 (1990.8)



図-8 草本の侵入した地区のエルク (1990.8)

溪流の生態系は短期的には水温の上昇と富栄養化を引き起こし一次生産が増大する一方沈殿物も増加する。生産力はゆっくりと以前のレベルで戻ると予測されている³⁹⁾。

イエローストーン調整委員会への報告を取りまとめた生態学者が合同して、水文、土壌、水域生態、植物遷移、種の多様性などへの影響について述べている。その中で、自然環境の変動は特定の構造を目指しているものではないので、自然地域で火災を排除することはウィルダネスそのものをなくすことであり、予測できないことがウィルダネスの本質であるという意見を出している⁴⁰⁾。

2) 火災の管理規定と防止・初期消火の可能性

大火災が予測できたのかという点に関しては森林の状態と気象状態の2つの側面からの研究が行われている。

一般にロッジポールパインの森林ではその生長に従って火災発生の周期が規定されている⁴¹⁾。すなわち、裸地から成立した森林は最初の50年間、林床に燃料となる落葉落枝もなく、火災の発生しにくい状態が続く。第二段階の100年間もそれほど燃え易くはならない。第三段階の100年間はそれ以前よりは燃えやすいが、林床にはまだ光が及ぶので、下層植生が火災の延焼をとどめる。最後の段階になると樹木も過熟となり病虫害によって枯れ、燃えやすい木が増えるとともに、林床が暗いため下層植生は発達せず、その代わり落葉落枝などが堆積し、極めて燃えやすかつ拡がり易い条件が整う。1988年の大火の前のイエローストーンがまさにこの状態であったという。この点では大火が予測されていたが、それは100年程度の変動の幅を持ったものである。

気象に関しては1988年の4、5月は例年よりも降水量が多く、林木の含有湿度も高かったが、6月から急速に湿度が低下し、1988年が記録的な早魃になったことから明らかなように、公園始まって以来の低湿度となった。そのため例年ならば自然消火すべき落雷による火災が延焼した。この湿潤から乾燥への急激な変化が予測できたと思えないが、近年の早魃の傾向は明らかであった。

初期消火の可能性に関しては、管理火災の定義でも述べたように、自然発火の火災もすべて発見時から毎日観察され、その拡大や気象状態の変化によっては、消火・抑制活動が行われることになっていた。この点に関して、国有林では状況判断の基準が定められているのに対して、イエローストーン国立公園では管理火災の気温、湿度、季節、風、可燃物のタイプ、湿度、傾斜など条件を規定していない点が公園局の管理の問題だという指摘もある⁴²⁾。しかしながら、当初から消火の対象となっていた国有林で発生した火災さえも消火できなかった現実から判断すると管理規定に関わらず消火は困難であったと推察される。

発生防止策としては人間が点火する方式の管理火災を計画的に実行するか、落葉落枝の除去や間伐を行い可燃物を予め撤去する方法が考えられる。イエローストーンの野生動物管理を鋭く批判するチェイス(Chase)はこの地域の生態系はある程度人間の影響を受けたものであるから、ヨセミテやセコイアなどで行われている人間によって着火する管理火災を用いるべきだと主張している⁴³⁾。また、アーノ(Arno)らも同様な管理火災の計画的実行を提唱している⁴⁴⁾。ペイン(Pyne)は火災の結果自体には肯定的であるが、管理火災にはコントロールする能力が管理者に要求されるとし、また、公園は文化的存在であるから予め可燃物構造を変化させることはできたと判断した⁴⁵⁾。バック(Buck)は自らの消防活動の体験から、人為的管理火災だけではなく、消防士の質の向上と消火体制の確立を求めた⁴⁶⁾。

ボニクセン(Bonnicksen)は更に踏込み、イエローストーンの火災管理手法を非科学的と批判し、人為火災に加えて機械的な可燃物処理を提案した⁴⁷⁾。彼は公園の管理において人間の影響を無視することは非現実的であるとし、管理目標として自然度の基準を設定し、科学的に管理するこ

とを提案している。また、彼は今回の火災のモザイクは大きすぎるので、公園局の予測するような多様な植生は期待できないとし、一斉林が再生するので病虫害にかかりやすいだけでなく、火災の際にも再び一斉に炎上する可能性高いと考えた⁴⁸⁾。

これらの人為的管理火災や機械的可燃物処理の導入や、火災の結果の否定的な意見に対して、園長らは公園をウィルダネスと認識する立場から、セコイアなどとの環境の違いを明らかにし、人為的管理火災の問題について反論している。また、現在の管理方式は、科学的研究成果に基づいている決められたことを強調した^{49,50,51)}。

3) 国立公園の目的との関わり^{52,53,54)}

2)の管理方針は国立公園はいかに管理されるべきか、さらには国立公園とは何かという根本的な問題にも関わってくる。それによって、人間がその管理人になるべきか、あるいは母なる自然が管理するのかということが決まる。

国立公園は元来すぐれた景観を中心とする天然記念物的な対象を保全するために設立された。このためこれらの保護対象に影響を与えるオオカミなどの補食者、病虫害、そして火災がコントロールの対象となっていた。しかし、国立公園の意味が珍しい景観の保全から自然環境そのものの保全に移行するにつれ、レオポルドレポートにも述べられているように、国立公園の自然地域の管理目標はその地域の生態系を可能な限り原始の状態に保つことであるとする考えも支持を得るようになった。さらに遺伝子プールなど人類の生存にも関係するようになってきた。

しかし、公園の境界はその自然環境ではなく現実の政治や経済的な理由で決定されたものである。また、これらの制限がないとしても、生態系には具体的な境界は存在しない。すなわち、国立公園の生態系は独立しているものではない。とりわけ大気汚染や温暖化など地球規模の環境の変化を考えれば境界を設けることは不可能かつ無意味である。

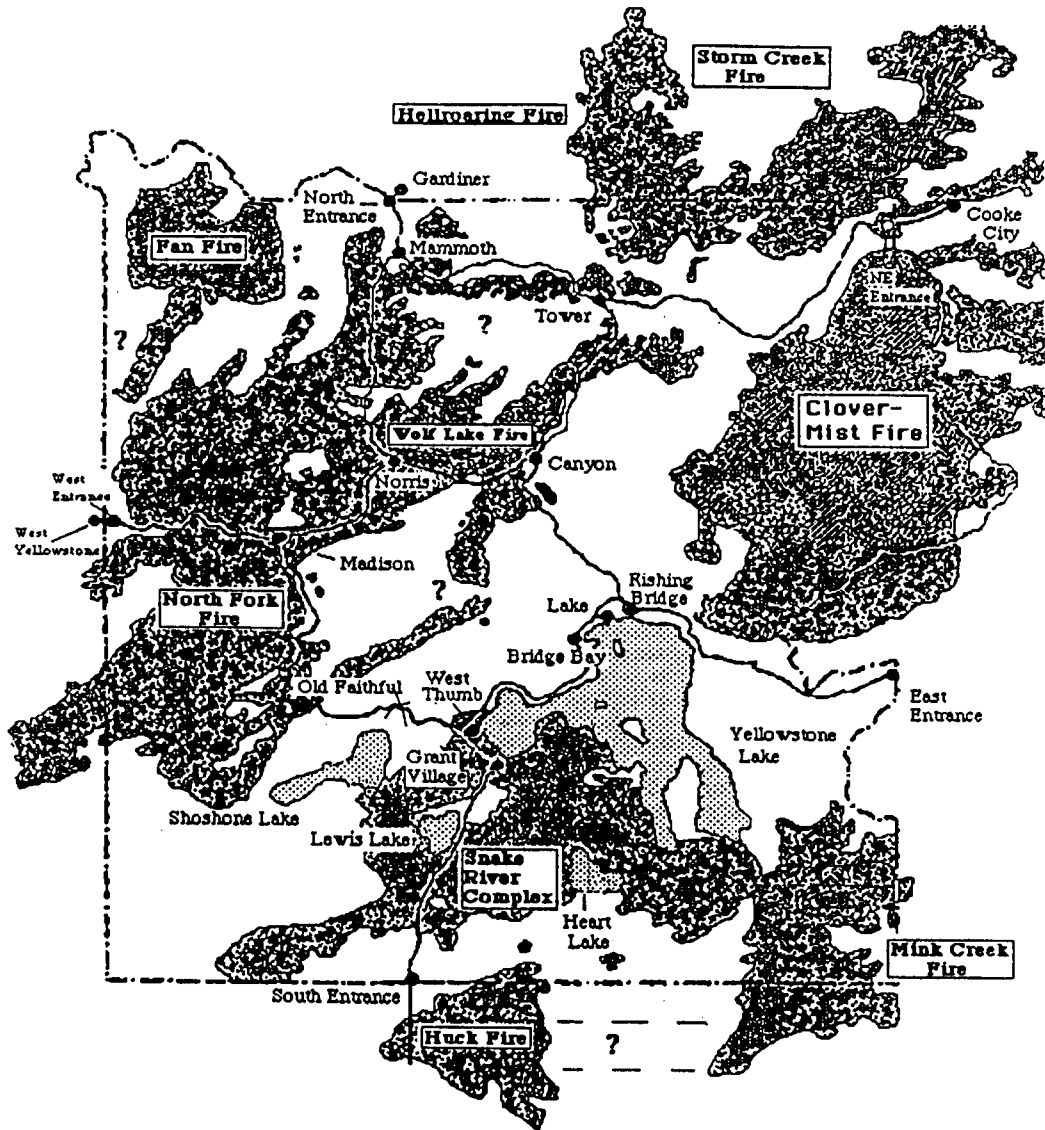
隣接地域との関連に関しては、イエローストーンでは幸いにも1960年代に国立公園とその周囲の国有林の担当者たちがイエローストーン地域調整委員会(Greater Yellowstone Coordinating Committee)を結成していた。1987年からはそれぞれの管理計画を統一する試みも進められている。これによって一般の人々の理解が得やすくなるとともに、野生動物や火災などの政治的境界を越える自然現象に対応が容易になった⁵⁵⁾。

4) コミュニケーションとの関係^{56,57,58)}

マスコミによる火災報道には表現の誇張と情報の不正確さという2つの大きな間違いがあったことが指摘されている。まず、火災を表現するのに「破滅させる(destroy)」や「焦土化する(scorch)」、「荒廃させる(devastate)」のような否定的なことばが選ばれるとともに、公園のほとんどが灰塵に帰したような誇張された表現が用いられている。また、それにとまなう映像や写真も真っ赤に炎上する樹冠火など、1%未満に過ぎない激甚地区での特に印象の強いものが選ばれた。

さらに、国立公園における管理火災の処置をあたかも燃えるに任せる放任主義(let-it burn policy)のように伝え、その管理方針などの情報を正確に伝えなかった。たとえば、主要な火災の半数は国有林での失火が原因なので当初から全力で消火されていたにもかかわらずイエローストーン国立公園による放任主義の責任が強調された。なお、このことばは公園局が使い始めたもので、後に正式には管理自然火災と改められたにも関わらず、便利なのでその後も関係者の間で使われつづけられたことが誤解の一因でもある⁵²⁾。

また、火災地域の外郭面積を、公園局の説明にもかかわらず、焼失地域として報道した。そのため、現実には火災はモザイク状でありその境界内の一部が焼けたにすぎないにもかかわらず全焼したようなイメージを与えた(図-9)。一方で公園側も煙のため正確な焼失面積を火災が終息



YELLOWSTONE FIRES

September 26, 1988, 1:00 p.m.

図-9 9月26日時点の火災焼失地域図

するまで把握できず、面積を過大評価しすぎたという現実もある。

このようにイエローストーンというアメリカ人の誇りというものを対象にして、人目を引きつける真っ赤なカラー写真や映像などによる誇張と不正確な情報に満ちた報道が行われたことが世論を大きく動かした。そのため、最初の視察の際には公園局の火災管理規定を支持していた内務長官が、後には見直しを表明した。なお、同時期にアラスカの国有林ではイエローストーンよりもはるかに大規模な森林火災が発生したが、ほとんど報道されていない。

火災が鎮火してからは報道も正確になった。だが、翌春にはあたかも焼失地域全部から芽が出て、花が咲き出したような報道で、イエローストーンの再生を誇張した。これもまた不正確で、

2年を経ても、裸地のままの地域がかなりに及んでいる。また、自然環境の変化には善悪はないに関わらず、火災が「健康的な(healthy)」環境を造り出したかのような肯定的な表現も出てきた。

近年、アメリカの自然保護団体は国立公園政策に関して批判的であったが、この火災に対しては公園局の政策を強く支持している⁴⁵⁾。また、環境保全指向の雑誌⁵⁹⁾もこの火災に関して肯定的な記事を掲載している。

一方、情報を提供する側の姿勢も問われている。火災の報告書にも指摘されているように、1972年からの16年間を経ているにも関わらず、その火災管理方針についての情報が関係者以外にはあまり知られていなかった。その期間、園内で目立った火災が発生しなかったということも一因であろうが、火災が発生してからようやく管理指針を説明するパンフレット⁶⁰⁾がビジターセンターで配付されるようになった。

1990年8月7日にイエローストーンに劣らず有名なヨセミテ国立公園で、落雷による火災が発生した^{61,62)}。そのため4日目には、設立されて以来はじめて公園は閉鎖され、約15,000人の訪問者は退去した。1週間後の8月14日にはほぼ消し止められたが、3,136人の消防士が動員され、8,942ha(公園面積の2%未満)の森林と、フォレスト(Forest)という園内の私有地内の67軒の家を焼失した。消火費用は\$4,500,000であった。この火災は居住地の近くで発生したので、当初から消火の対象となった。それでもフォレストへの延焼は阻止できなかった。また、訪問者の集中するヨセミテ溪谷への入口付近が火災発生地域であったので、風向きなどによって訪問者が溪谷にとじ込められる可能性が高いと判断して公園閉鎖の決定が早急に下ったと思われる。今回はイエローストーンの教訓を踏まえてか、火災情報とその意義を説明するパンフレットがすばやく配付された。

5) 教育に関するもの

以上のような誇張された報道の影響もあろうが、鎮火後に方々から種子や苗の提供、動物への給餌の要求などが出されたことは、公園の管理方針の理解がまだそれほど広まっていないことを示す。また、人々には森林局が半世紀にもわたって繰り広げたスモークベアのイメージが強く、火災はすべて悪だという先入観が支配的である。また、童話の影響で、火災で逃げ惑うパンビの記憶から火災は悪であるという認識を持つようになったという意見もある。現実にはイエローストーンの火災の最中にも、エルクやバイソンなどの大型の哺乳類は、火災のそばで悠然と草を食べていたことから想像されるように、それほど影響を受けなかった。

人々の森林火災の猛威の認識の不十分さも指摘されている。セントヘレンズ山のような噴火や地震、嵐などの自然災害はそのまま受け入れるのに対して、森林火災は人間が制御できる範疇に属すると考えがちである。この考え方が潜在的にイエローストーンの火災の拡大に対する非難の背景にあるようだ。現実にはヘリコプターなどの最新の装備を用いて、2,000人の海兵隊員まで含めて9,500人も専門家が懸命の消火活動に当たってもせいぜい集団施設地区の建造物を保護するのが精一杯で、最終的には降雨(雪)や気温の低下を待たねばならなかった。

このように人々の森林火災の認識の欠如が大きな誤解を招いたことを受けて、森林火災をイラストで平易に説明した本⁶³⁾が国立公園基金(National Park Foundation)の協力によって発刊されている。また、ビジターセンターでは火事に関する案内パンフレットを作成した⁶⁴⁾。さらに園内各地の焼失地域の展望地に火災の解説版が設置され、その意義を説明するようになった(図-10)。レンジャーによる自然解説プログラムにも火災が含まれるようになった。

教育と管理火災の認識との関係について、マンフレッド(Manfred)らは1989年春に電話でアンケート調査を行った⁶⁵⁾。その結果、教育レベルと管理火災の理解に相関が見られた。そこから

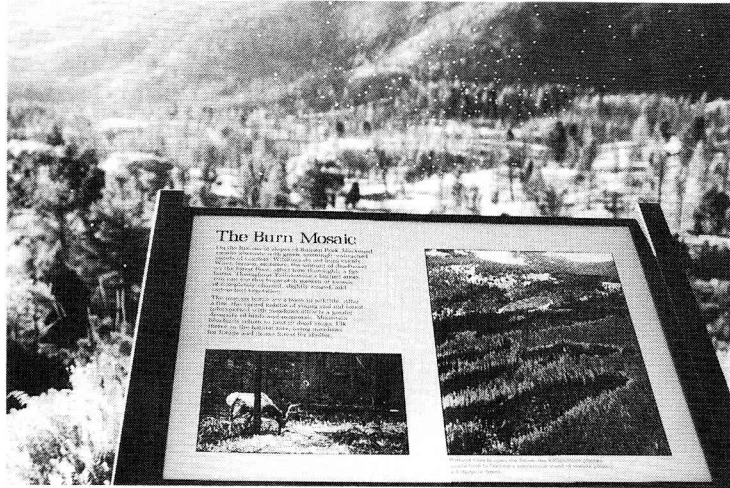


図-10 新設された火災を説明する案内板(1990.8)

教育活動の大切さを結論として導き、現代林業における教育と広報活動の重要性に対する関係者の認識を促した。

6) 政治・経済に関するもの⁶⁶⁾

選挙の年でもあったためか、地元のモンタナやワイオミング州の政治家が園長や公園局長の解任を要求したのは極端であるとしても、政治家にとってはその要求の科学的根拠よりも選挙区民の人気取りが優先される。特にホーデル内務長官の言動の変化は象徴的である。

鎮火後にはニュースでイエローストーンの「惨状」を知った人々から種子を撒いたり、苗を植え付けること、さらには、エルクなどの草食動物に給餌することへの要求が出された。公園関係者は、苗木や種子の寄付の申込を断わることにかなりの労力を費やしたという。

もう一つの、重要な問題として\$120,000,000に達する消火活動に要した費用が国家予算の使い道としての正当なものであるかどうかに関する議論もある。今後、火災によって焼失あるいは破壊されたトレイルやサイン、キャンプ場など復旧にはかなりの費用を要するであろう。それに対処すべく高校生、大学生のボランティアを募集し、その修復と自然教育を同時に進めようという計画も進められている⁶⁷⁾。

7) 生活との関係

イエローストーンには公園管理関係者に加えて、さまざまな人々が生活している。宿泊施設を含む商業活動はいくつか業者に委託されるとともに、郵便局、病院などの施設にかかわる人々もいる。これらの園内に生活する人々に加えて、公園の境界付近には、観光のためにこの地域を訪れる毎年数百万人もの旅行者を相手にした店や宿泊施設が存在する。さらに、隣接してリゾートも開発されている。

これらの人々の反応は複雑であろう。彼らは火災による大気汚染や延焼の危険を直接影響を被った。だが、この地域の森林においては火災が発生しやすくかつ消火は困難であることを承知の上で、そこでの特権的商業活動に従事しているとも言える。具体的な数値は不明であるが、火災期間中には観光客が減少する一方、消火活動関係者の宿泊や買物などによる経済効果も報告されている。

彼らは火災が終了すると一転して公園局の主張を取り込み、イエローストーンは破滅したのではなく生まれ変わったとして、新たな魅力が備わったので是非訪れるように宣伝している。その宣

伝の効果というよりむしろ人間の好奇心からか、心配されていた翌1989年のシーズンの訪問者は火災以前より増加した。また、園内の売店では火災のビデオや写真などが売り出されている。

燃えやすい森林地域に散在するこれらの施設の防火には莫大な費用が掛かっただけではなく、そこに人員と消火装備が投入された結果として、本来の森林火災への対応が困難になった。また、公有林に隣接する民家やリゾート施設での防災の費用を税で負担することの是非も問われている。一般に、これらの地域では市街地の住宅地よりも少ない固定資産税が掛かっているにもかかわらず、火災の危険性も消火の費用もより高い。さらに、これらの地域で防火施設を公的に整備することは納税とその恩恵の関係からも極めて不公平となる²⁾。また、実際に住宅として利用されている家と別荘を同じ基準で保護するという点も税の支出の公正さを問われる。

8. ま と め

この火災の是非に関してはこれほどの意見が出たのは、自然環境に対する人間の影響が地球上のいかなる場所でも無視できないと言うことと、国立公園に要求されるものが多様であることの反映でもある。そのため、どの意見が正しいというような結論はありえない。しかし、自然のプロセスを重視している割には、公園での人間の利用、特に自動車などの利用の制限の必要性に関する意見が全くなかったのは意外であった。

日本においては自然発火の火災は稀で、森林の遷移においてもその役割は無視できる。落葉落枝の分解も早いのでそれほど堆積しない。また、自然の森林火災を放置したり、自然環境を維持するために火入れをすることは、空間的にも不可能である。それよりも、日本人の気持ちとしては100年以上を経て蓄積された森林資源を、科学的だからといって、途上国では炊事のための薪の収集にも困っている状況なのに、生態系の維持のために焼き払うことには抵抗を感じざるを得ない。燃やすにしても伐採してからでも同様の効果は得られると思われる。しかし、アメリカでも今回焼けた樹木の商業的利用に関する研究も進められているようだ。また、マスメディアの報道姿勢は知床の伐採を思い出させるが、日本では国有林からも林学・林業関係者からも教育運動が盛り上がらなかったのは対照的である。

引用・参考文献

- 1) PYNE, S.J.: Fire in America, A Cultural History of Wildland and Rural Fire, Princeton Univ. Press, 1982
- 2) DAVIS, D.: Wildfire Update, American Forests, **95**(9-10), pp.17-18, 1989
- 3) GOSNEL, R.: Taming a Tiger, American Forests, **95**(9-10), pp.18-20, 1989
- 4) MCCLEESE, W.: The Environmental Effects of Wildfire, Fire Management Notes, **50**(2), pp.3-8, 1989
- 5) HILTS, L.: National Forest Guide, pp.22-27, Rand McNally, Chicago, 1978
- 6) National Park Service: Yellowstone Official Map and Guide, U.S. Government Printing Office, 1987
- 7) Sierra Club: The Sierra Club Guides to the National Parks, Rocky Mountains and the Great Plains, pp.202-246, Random House, 1984
- 8) National Park Foundation: The Complete Guide to America's National Parks, 1990-1991 Ed., Prentice Hall Trade, 1990
- 9) TAYLOR, D.L.: Forest Fires in Yellowstone National Park, Journal of Forest History, pp.68-77, **18**(3), 1974
- 10) WINGATE, H.W.: Through the Yellowstone Park, p.243, 1886

- 11) ALBRIGHT, H.M.: *The Birth of the National Park Service*, pp.193-194, Howe Brothers, Salt Lake City, 1985
- 12) RUNTE, A.: *National Parks*, 2nd ed., pp.201-203, Univ. of Oklahoma Press, Lincoln, 1987
- 13) LEOPOLD, A.S.: *Wildlife Management in the National Parks*, Leopold Committee Report, American Forests, April 1963
- 14) SELLERS, R.E.; DESPAIN, D.G.: *Fire Management in Yellowstone National Park*, Proceedings Tall Timbers Fire Ecology Conference and Intermountain Fire Research Council Fire and Land Management Symposium, vol.14, 1976
- 15) PYNE, S.J.: *Fire Policy and Fire Research in the U.S. Forest Service*, *Journal of Forest History*, **25**(2), pp.64-77, April 1982
- 16) HOUSTON, D.B.: *Wildfires in Northern Yellowstone National Park*, *Ecology* **54**(5), pp.1111-1117, 1973
- 17) HOUSTON, D.B.: *Ecosystems of National Parks*, *Science*, **172**, pp.648-651, 1971
- 18) ROMME, W.H.: *Fire and Landscape Diversity in Subalpine Forest of Yellowstone National Park*, *Ecological Monograph*, **52**(2), pp.199-221, 1982
- 19) ROMME, W.H.; KNIGHT D.H.: *Landscape Diversity, the Concept Applied to Yellowstone Park*, *BioScience* **32**(8), pp.664-679, 1982
- 20) DESPAIN, D.G.: *Effects of Natural Fires in Yellowstone National Park*, Information Paper No.34, Yellowstone National Park, July, 1978
- 21) DESPAIN, D.G.: *Fires as an Ecological Force in Yellowstone Ecosystems*, Information Paper No.16, Yellowstone National Park, March 1972
- 22) COLE, G.F.: *Nature and Man in Yellowstone National Park*, Information Paper No.28, Yellowstone National Park, June 1975
- 23) *The Staff of the Billings Gazette, Yellowstone on Fire!*, The Billings Gassette, 1989
- 24) SCHULLERY, P.: *Yellowstone Fires, A Preliminary Report*, *Northwest Science*, **63**(1), pp.44-54, 1989
- 25) SHIVELY, C.A.: *A Smoke-scented Diary*, *Natural History*, pp.35-40, Aug. 1989
- 26) JEFFRY, D.: *Yellowstone, the Great Fire of 1988*, *National Geographic*, **175**(2), pp.252-273, Feb. 1989
- 27) CARRIER, J.: *Summer of Fire*, *Journal of Forestry*, **87**(12), pp.12-25, 1989
- 28) SCHULLERY, P.: *The Fires and Fire Policy*, *BioScience* **39**(10) pp.686-694, 1989
- 29) ELFRING, C.: *Yellowstone, Fire Storm over Fire Management*, *BioScience*, **39**(10), pp.667-672, 1989
- 30) *Yellowstone National Park: The Yellowstone Fires, A Primer on the 1988 Fire Season*, 1988.10.1
- 31) *The Greater Yellowstone Postfire Ecological Assessment Workshop (Christensen, N.L., Chairman): Ecological Consequences of the 1988 Fires in the Greater Yellowstone Area, Final Report*, 1989.11
- 32) *Fire Management Policy Review Team: Report on Fire Management Policy*, 1988.12.14
- 33) HENDEE, J. C. et al.: *Wilderness Management*, pp.249-278, U.S. Government Printing Office, 1978
- 34) *Yellowstone National Park: The Buffalo Chip*, August 1988
- 35) ROMME, W.H.; Depain, D.G.: *Historical Perspective on the Yellowstone Fires of 1988*, *BioScience* **39**(10) pp.695-699, 1989
- 36) NURNETT, H.; BARBEE, R.: *Lodgepole & the Yellowstone Fires*, *American Forests*, **96**(1-2), pp.34-35, 1990
- 37) KNIGHT, D.H.; WALLACE, L. L.: *The Yellowstone Fires, Issues in Landscape Ecology*, *BioScience* **39**(10) pp.700-706, 1989
- 38) SINGER, F.J. et al.: *Drought, Fires, and Large Mammals*, *BioScience* **39**(10), pp.716-722, 1989

- 39) MINSHALL, G.W. et al.: Wildfires and Yellowstone's Stream Ecosystems, *BioScience* **39**(10) pp.707-715, 1989
- 40) CHRISTENSEN, N.L. et al.: Interpreting the Yellowstone Fires of 1988, *BioScience* **39**(10) pp.678-685, 1989
- 41) STEVENS, W.K.: Biologists Add Fuel to Yellowstone Fire, *Journal of Forestry*, **88**(6), pp.27-28, 1990
- 42) BOLOGIANO, C.: Yellowstone and the Let-Burn Policy, *American Forests*, **95**(1-2), pp.21-25, 1989
- 43) CHASE, Alstons: A Voice From Yellowstone, *New York Times*, 1988.9.18
- 44) ARNO, S.F.; Brown, J.K.: Managing Fire in Our Forests, Time for a New Initiative, *Journal of Forestry*, **87**(12), pp.44-46, 1989
- 45) PYNE, S.J.: The Summer We Let Wild Fire Loose, *Natural History*, pp.45-49. Aug. 1989
- 46) BUCK, B.: A Yellowstone Critique, *Journal of Forestry*, **87**(12), pp.38-40, 1989
- 47) BONNICKSEN, T.M.: Nature vs. Man(agement) , *Journal of Forestry*, **87**(12), pp.41-43, 1989
- 48) BONNICKSEN, T.M.: Fire Gods and Federal Policy, *American Forests*, **95**(7-8), pp.14-16, 1989
- 49) BARBEE, R.D. et al.: Replies from the Fire Gods, *American Forests*, **96**(3-4), pp.34-36, 1990
- 50) HACKETT, T.: The Yellowstone Story, *Journal of Forestry*, **87**(12), pp.26-35, 1989
- 51) EVERS, L.: The Last Fires of Yellowstone, *Journal of Forestry*, **88**(6), pp.29-32, 1990
- 52) AGEE, J.K.: Fire and Ecosystem Management, Paper Presented at the Greater Yellowstone Coalition Annual Meeting, May 18-20, 1989
- 53) SELLERS, R.W.: Yellowstone, Part II, *Journal of Forestry*, **88**(1), pp.40-43, 1990
- 54) REINHOLD, R.: What is a National Park Supposed to Accomplish, *New York Times*, 1988.7.10
- 55) AGEE, J.K. ed.: *Ecosystem Management for Parks and Wilderness*, pp.204-215, Univ. of Washington Press, Seattle, 1988
- 56) REID, T.R.: When the Press Yelled 'Fire!', *Journal of Forestry*, **87**(12), pp.36-37, 1989
- 57) Fire in Yellowstone, Hot Air in D.C., *New York Times*, 1988.9.25?
- 58) MATTHIESSEN, P.: The Case for Burning, *The New York Times Magazine*, 1988.12.11
- 59) ZUMBO, J.:The Year Yellowstone Burned, *Outdoor Life*, pp.53-55, 81-84, Dec., 1988
- 60) *Yellowstone National Park: Fire, A Natural Force*, 1988
- 61) Once Burned, Twice Careful, *Newsweek*, pp.50-51, 1990.8.27
- 62) *Fire, August 7,1990*, Brochure published by Yosemite National Park, Aug., 1990
- 63) COTTRELL, W.H: *The Book of Fire*, Mountain Press, Missoula, 1989
- 64) *Yellowstone National Park: Yellowstone fires 1988*, A Supplement to *Yellowstone Today*, May, 1990
- 65) MANFREDO, M. et al.: Attitudes Toward Prescribed Fire Policies, *Journal of Forestry*, **88**(7), pp.19-23, 1990
- 66) ROBBINS, Jim: Many Flee Blazes on Park Grounds, *The New York Times*, 1988.9.11
- 67) *The Student Conservation Association: Great Yellowstone Recovery Corps*, 1989