

本邦草地における火入れ温度の測定第5報

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者名	岩波,悠紀
発行元	日本草地学会
巻/号	18巻3号
掲載ページ	p. 135-143
発行年月	1972年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



本邦草地における火入れ温度の測定

第5報 火入れ温度の総合考察(1)

岩 波 悠 紀

東北大学農学研究所 (仙台市米ヶ袋)

火による自然系の破壊が進行している一方、古くから火による自然系の維持または火の利用による自然の生産維持が図られてきた。しかし火が植生、害虫、土壌などに与える影響の理解には、まだ多くの不明確さを残している。それは、野火や火入れがもたらす高温環境に関する知識の不充分さが一因をなしている。

草地または林地における野火や火入れ時の温度観測の試みは、古くからわが国をはじめ諸外国で数多く見られる。しかし野外における高温測定の困難さのために、最近に至るまで火入れ温度変化の実態は充分理解されなかった。

筆者は数年来、熱電対の素線にそれぞれ glassfiber tube をかぶせ電氣的に絶縁し、その起電力を oscillograph recorder に記録する方法により、地下 10 cm から地上 2 m にわたる十数点の温度変化の同時測定を行ってきた。これと相前後して諸外国でもほぼ同じ方法で、草地や林地内の火入れ温度の研究が進められている。しかしこれら諸外国の例は、いずれも 2, 3 の高さにおける温度変化の測定にとどまり、温度分布の全貌を捕えるに至っていない。

筆者は上記の測定法により、わが国の自然草地を代表するススキ型 (21例)、シバ型 (13例)、ササ型草地 (16例) における火入れ温度の測定を行ない、それらの結果は、その都度断片的に報告してきた¹⁻⁷⁾。これら数十例の観測を通じ、わが国の草地における火入れ温度の実態をほぼ明らかにすることが出来た。なおススキ型、シバ型およびササ型草地における火入れ温度は、それぞれ 30—70, 4—9 および 36 m² の面積に火入れした際の観測結果である。本表題では、それらの観測結果に、更に補足的調査を加えて、草地における火入れ温度の考察のまとめを行うものである。本報ではそのうちの延焼速度および地上部の温度について述べ、次回に地中温度および燃焼強度について述べる。

延 焼 速 度

山火事または野火の延焼速度は、その防火上最も重要な要素の1つであるために、古くから多くの研究成果が見られる⁸⁻¹⁵⁾。それらによると、延焼速度は地形、相対湿度、風向、風速、燃料の含水率・堆積状態・堆積量、延焼面積などにより著しく異なる。奈良若草山焼きの際の延焼速度は、ごく短時間を対象にすると約 180 m/min に達したことが報告されている⁹⁾。燃焼初期の延焼速度は一般に遅いが、火が大面積に拡がって行くと、ススキ型草地でもこれに近いような速度で燃えることは、しばしば経験するところである。

しかし本研究では、野火の延焼行動の考察を主目的としないために、実験面積はいずれも狭く、その関係もあって延焼速度は比較的遅かった。本研究で延焼速度が最も遅かったのは、ササ型草地の例に見られ、0.2—0.3 m/min であった (第4報⁷⁾の S7, 8区)。これは燃料の含水量が多くまた夕方で湿度が高い上に、向風延焼であったことが原因した。最も早かったのは、同じくササ型草地の例で、追風延焼のために約 8 m/min であった。(第4報⁷⁾の S15, 16区)。しかし同じ日に燃やした向風延焼の例 (S11—14区) では、0.4—0.5 m/min にすぎなかった。このように延焼速度は、燃焼時の風向により著しく異なるために、風向がたえず変る場合には、風力が大きくても平均延焼速度は必ずしも速くない。

またススキ型草地で除草剤散布後に燃やした秋の実験⁹⁾に見られるように、燃料の量は同じでもその堆積状態により延焼速度は異なった。すなわち燃料が立枯れ状態にある自然区と、それを地面に押倒した区をそれぞれ3例作り、同時に燃やした実験によると、押倒し区の約 1.0, 0.5, 1.5 m/min に対し、自然区の延焼速度は 1.5—2 倍早く、それぞれ約 1.5, 0.6, 4.0 m/min であった。

気 温

灌木林または草地内の火入れ温度の観測は、諸外国にも多くの例が見られる。しかし温度計の相違または温度計は同系統であっても、その熱容量が異なるために、ほぼ同じような燃料の堆積条件の火入れでも、その最高温度または温度変化は報告者により著しい違いがある。またそれらは、いずれも温度計の遅れの係数の検討を欠くために、本研究との比較は容易でない。なお、本研究に使用した気温測定用熱電対の遅れの係数¹⁶⁾は6—8 sec (風速 2—3 m/sec) であった。

1. 温度変化曲線

燃えた燃料の多少と温度変化曲線 (図1): シバ型、ススキ型およびササ型草地における地面上 20 cm 位までの気温の測点は、感温してからそれぞれ 15—30 sec, 20—60 sec および 0.5—1.5 min で最高温度に達し、火入れの影響による温度変化のほとんどは、それぞれ 2—5, 3—7 および 4—10 min で終わった。すなわち一般に燃えた燃料が多くなるほど、温度変化は長く続いた。このことは図1に示したように、5m×6m の面積に、0.2, 0.4, 0.8 kg/m² 相当の枯ススキを敷いて燃やした実験でも明らかであった⁴⁾。すなわち燃えた燃料の量が多い区ほど、各測点の最高温度が高くなると同時に、火入れの影響による温度変化は長く続いた。

延焼速度と温度変化曲線 (図2): ササ型草地の火入

れ⁷⁾ 時における温度変化曲線のいくつかの例を図2に示す。S8区は燃えた燃料が約 170 g/m² で少ないにもかかわらず、延焼速度が約 0.2 m/min と遅いために、温度変化は非常に長く続いた。また S16 および 14区は、燃えた燃料がほぼ同じであったが、延焼速度の早い前者の方が、各測点の温度は急速に上昇し、またその温度低下が著しかった。このように延焼速度が遅いと、最高温度は低くなるが、温度変化は長く続く傾向がある。

風向と温度変化曲線 (図2): 延焼中に風がなく、延焼速度が遅い場合には、地上部各測点の最高温度に達する時刻はほぼ一致し、その時間差は ±10 sec 内外にとどまった⁶⁾。

風に向って燃やした場合、風速が小さければ上述の場合と同様に、各測点の最高温度出現時刻はほぼ一致した。しかし図2の S14区のように、風向が安定して風速が比較的速い場合に風に向って燃やすと、測点位置が低くなるほど、最高温度に達する時刻が早くなった。このような向風延焼 (back fire) では、火焰が地面附近を先行するからである。

逆に追風延焼 (head fire) の場合には、図2の S16区に見られるように、地面附近よりも測点が高くなるほど、最高温度の出現する時刻が早く、その差は 20—40 sec に達することがあった。これは火焰が地面附近よりも上層部で先行することが主因である。

また、追風延焼よりも向風延焼の方が、温度変化は緩

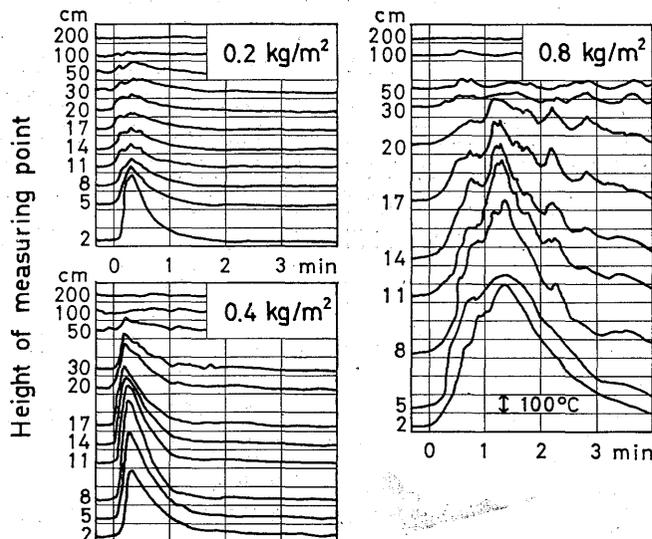
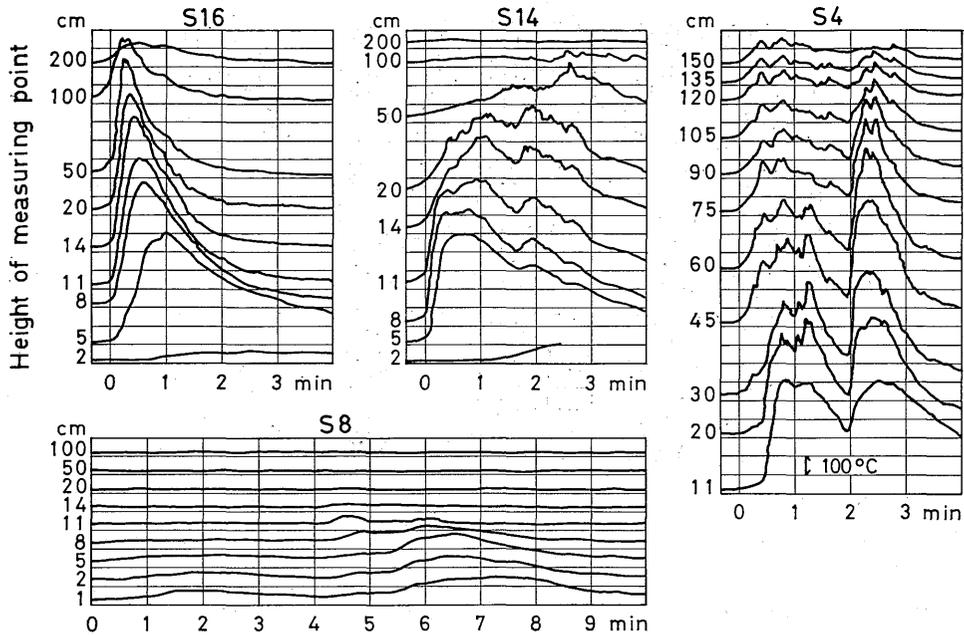


Fig. 1. The change of air temperature in the burning plots of various amounts of fuels (placing dead *Miscanthus sinensis* at the rate of 0.2, 0.4 and 0.8 kg/m²)



Plot	Wind speed (m/s)	Fuel consumed (g d.wt./m ²)	Rate of spread (m/min)	Maximum temperature (°C)	
S 16	3.3	1350	8.0	738 (14 cm)	head fire
S 14	2.7	1350	0.5	631 (8 cm)	back fire
S 4	0.8	1000	0.5	709 (30 cm)	changeable wind
S 8	2.7	170	0.2	179 (5 cm)	back fire.

Fig. 2. Some types of the change of burning temperature in *Sasa* type grassland

慢であるが、温度変化は長時間続き、これらの傾向は Davis and Martin¹⁷⁾ や Martin¹⁸⁾ の小灌木林での観測中にも見みられる。

一方、火入れの最中に絶えず風向や風速が変る場合には、図 2 の S4 区の例に見られるように、温度変化曲線に幾つもの山 (peak temperature) が出現した。

2. 最高温度の垂直分布型 (図 3-1, 2, 3)

最高温度の垂直分布は、基本的には「押し倒し型」と「立枯れ型」に分けることができる (図 3-1)。押し倒し型は燃料が地面近くに集積している状態での火入れに見られるもので、最高温度の垂直分布は高さ 2—15 cm 附近に顕著な山が出来る。一方、立枯れ型は枯草など燃料が地表上の比較的高い所まで分布する、いわゆる立枯れ状態にあって、その枯草が立ったまま燃える場合に起り、地表面の所を除くと、最高温度の垂直分布に大きな山がないのが特徴である。

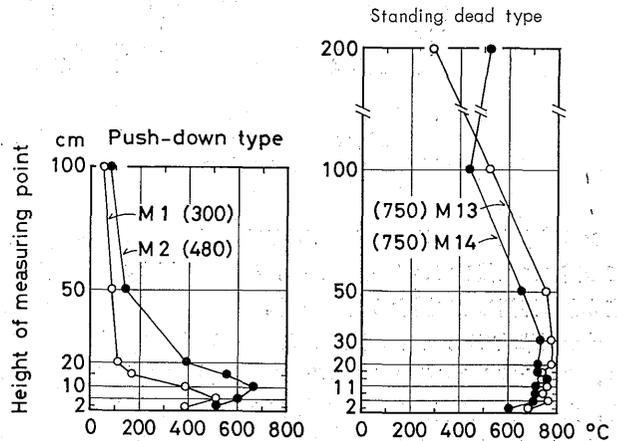


Fig. 3-1. Maximum temperatures at various heights during burning of *Miscanthus* type grassland. Figures in () show the amount of fuel consumed in g d.wt./m²

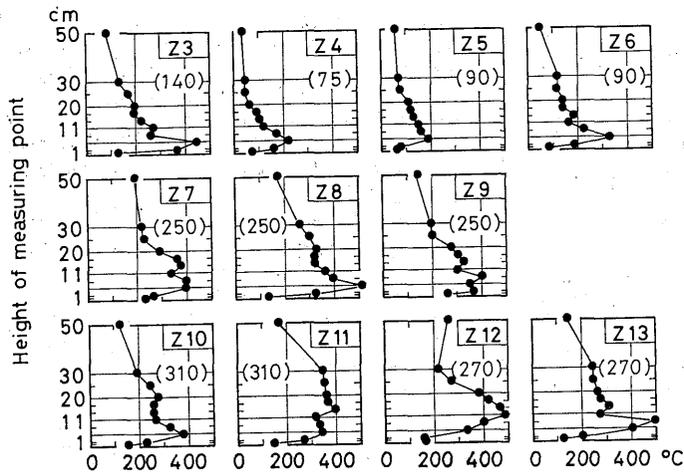


Fig. 3-2. Maximum temperatures at various heights during burning of *Zoysia* type grassland
Figures in () show the amount of fuel consumed in g.d.wt./m²

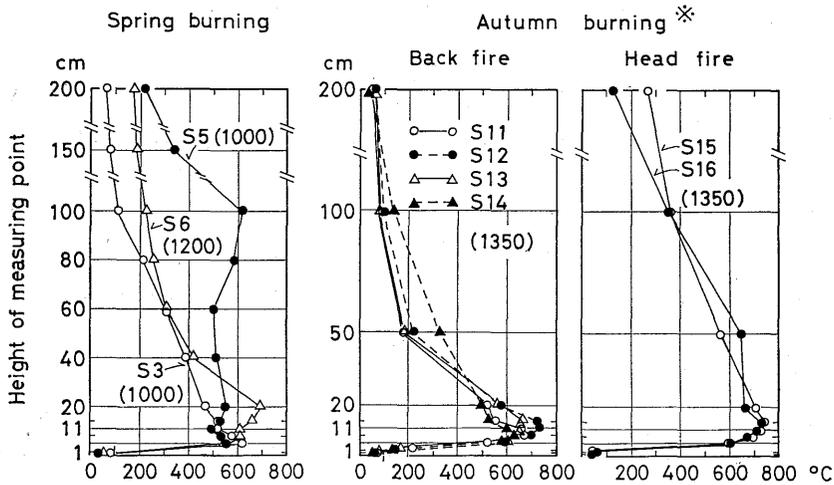


Fig. 3-3. Maximum temperatures at various heights during burning of *Sasa* type grassland
Figures in () show the amount of fuel consumed in g.d.wt./m²

* herbicide was spread before burning

シバ型草地では litter のほとんどが地表上 10 cm までの高さに集積している¹⁹⁾関係から、その最高温度の垂直分布は押倒し型に属する (図 3-2)。

ササ型草地では、ササの枯死茎は立っているものが多く、また生茎もよく燃えるのでそれらも燃料として扱うと、火入れ前の燃料は地表上 1 m 以上の高さまで多量に分布している。にもかかわらず、除草剤併用の火入れはもとより、除草剤を散布しないで燃やす場合でも、その最高温度の垂直分布は押倒し型を示すことがあった (図 3-3 の S3, 6, 11, 12, 13, 14 区)。火入れ時の

温度は押倒し型、立枯れ型をとわず、地面上 5—20 cm 附近の温度が非常に高く、またその高温の持続時間が長かった。したがって立茎は先ず地際附近が燃え切れることになる。その燃え切れた立茎が倒れてから燃える場合には、基本的には立茎を刈倒して燃やす時の燃料の堆積構造と同じ状態になるからである。特に除草剤併用の火入れにその傾向が著しく、これは除草剤の影響で落葉しているために、立茎が倒れ易いからである。また向風延焼の場合、その火焰は地面附近が先行するために、立茎の倒れる時間が相対的に早くなり、最高温度の垂直分布

は押倒し型の典型を示した(図3-3のS11, 12, 13, 14区)。

一方、ススキ型草地では、燃料が立枯れ状態にある場合に、最高温度の垂直分布が押倒し型を示すことはほとんど観察されていない。これはススキの立枯れ茎には一般に葉鞘や葉身などが絡み付いているために、向風延燃であっても立枯れ茎が比較的倒れにくいからである。またススキ型草地ではキツネヤナギ、ヤマハギ、タニウツギなどの小灌木が目立って存在しており^{20,21)}、このことも立枯れススキが倒れにくい原因となっているであろう。ササ型草地でも、火力が弱くて立茎が燃え切れなかったり、また燃え切れても、障害物のために立茎が倒れないで燃える場合には、その最高温度の垂直分布は立枯れ型を示した(図3-3のS5区)。同様に立茎の倒れる時刻が相対的に遅れる追風延燃の場合にも、立枯れ型またはそれに近い型を示した(S15, 16区)。

3. 燃えた燃料の多少と最高温度および高温持続時間

最高温度の出現位置(図3-1, 2, 3): ススキ型草地における火入れ実験では、燃料の95%内外が燃えて、地面が露出した。そこでススキ型草地で最高温度の垂直分布が押倒し型を示す実験例について、燃えた燃料の多少と最高温度の出現位置との関係を考察すると、次のようであった^{4,6)}。すなわち燃えた燃料が0.2kg/m²内外と少ない場合の最高温度は地表上約2cmの高さに出現した。この高さは燃えた燃料が多くなるほど高くなり、燃えた燃料が0.4—1kg/m²になると、地表上5—10cmの所にあった。

シバ型草地の火入れでは、燃料の27—66%しか燃えなかったが、これは地表上1.4—2.1cm以下の層にある燃料⁵⁾が燃え残ったからである。またササ型草地の火入れ実験地では、地表を厚さ2—3cmの堆積腐植層(F層とH層の混合物)と4—6cmのlitter層がおおっており、火入れを行っても堆積腐植層のほとんどおよびlitterの一部が燃え残り、地面が露出することはなかった。シバ型、ササ型の両草地とも、地表上の測点の高さを、この燃え残った堆積物の表面からの高さに置換えて考察すると、燃えた燃料の多少と最高温度の出現位置とは、ススキ型草地の場合とほぼ同様の関係にあった。しかし燃えた燃料が1kg/m²を越す場合でも、最高温度の出現位置が、地表(または燃え残った堆積物層の表面)上15cmの高さを越えることは稀であった。

一方、温度分布が立枯れ型を示す場合の最高温度の出現位置は、ほぼ30cm以下の層にあるが、ササ型草地のように稀には1mの高さに出ることがあった(図3-3のS5区)。しかしいずれの場合でも、地表上5cmか

ら50cm位までの層の温度が、ほぼ最高温度に近い値を示すことが特徴であった。

最高温度(図4): 火入れ時の火の強さには、火入れの際に発生する全燃焼熱量の大きさが最も関与するであろう。この全燃焼熱量はほぼ次式で与えられる。

$$\text{全燃焼熱量 (cal/m}^2\text{)} = \text{燃焼熱量 (cal/g)} \times \text{燃えた燃料の乾燥重量 (g/m}^2\text{)}$$

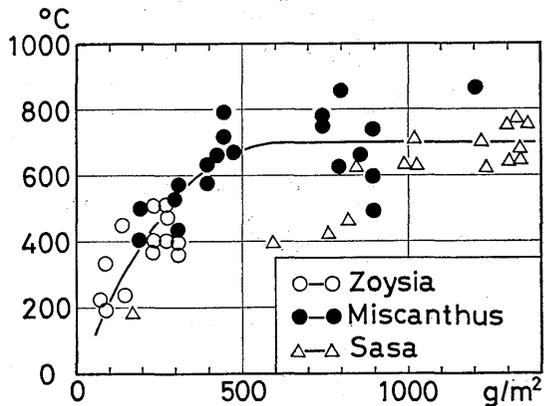


Fig. 4. The relation between the amount of fuel consumed and the maximum temperature in *Zoysia* type, *Miscanthus* type and *Sasa* type grasslands

各草地の燃料について、その燃焼熱量を調べたところ、いずれの枯草も4300—4600 cal/gであって、枯草の種類による差異は少なかった²²⁾。したがって各草地間の火入れ時の全燃焼熱量は、直接に燃えた燃料の多少によって左右されることを示している。このことは、火入れ温度の考察を、燃えた燃料の量の面から検討することの重要性を示唆している。

各草地の燃えた燃料の多少と最高温度との関係を図4に示す。これによると、燃えた燃料が少ない段階では、その量が増す毎に最高温度も高くなり、燃料の量が1m²当り500g内外に達すると、最高温度は600—800°Cを示した。しかし燃料が約500g/m²以上になると、最高温度は横這い状態になり、その温度が800°Cを越えることは稀であった。

高温持続時間(図5): 図2に見られるように、地上部各測点の火入れの影響による温度変化の続く時間は、一般に測点の高さが低くなるほど長くなり、地際附近が最も長い。各草地の地上部測点中、100および200°C以上の高温が最も長く持続する高さは地表上(または燃え残った堆積物の表面上)約2cmの所であり、300, 400, 500および600°C以上の高温に例をとると、その持続時間は高さ5cm前後の測点が最も長かった。この

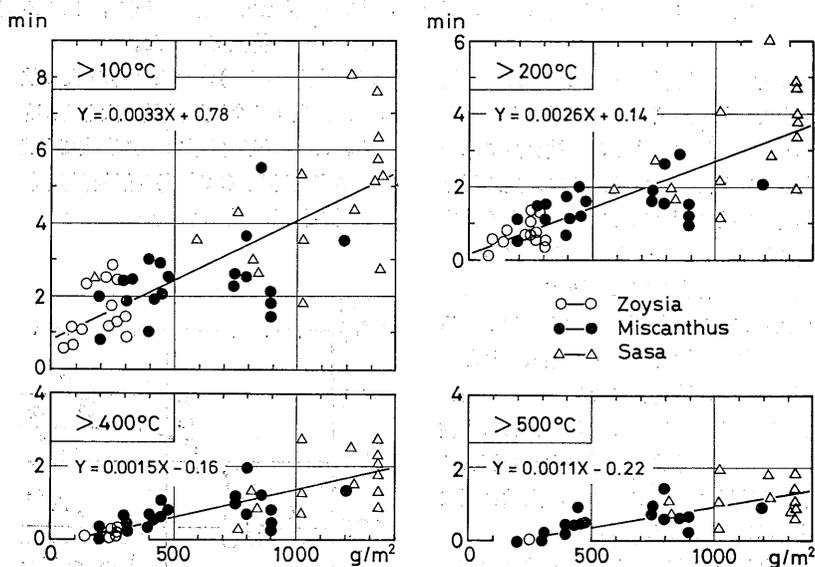


Fig. 5: The relation between the amount of fuel consumed and the time during which temperature exceeded 100, 200, 400 and 500°C in *Zoysia* type, *Miscanthus* type and *Sasa* type grasslands

地表 2—5 cm 上の高さは 前述した 最高温度の出現する高さより、多少低い位置に相当する。

各草地における燃えた燃料の多少と地表上（または燃え残った堆積物の表面上）2—5 cm 測点における 100, 200, 400 および 500°C 以上の高温が最も長く持続した時間との関係を図 5 に示す。これによると最高温度の場合と異なり、いずれの既定温度を例にとっても、燃えた燃料の量が増すにつれ、高温持続時間の長さはほぼ直線

的に増加した。しかしその直線の勾配は、既定温度を高くとるほど小さくなる傾向があった。

延焼方向および燃料中の含水率の相違と火入れ温度（表 1, 2）: 図 4, 5 に示した燃えた燃料の多寡と最高温度および高温持続時間との関係も、詳細に検討するとばらつきが目立つ。その原因の主なものとしては、風向に対しての燃やす方向や燃料中の水分量の相違があげられる。

Table 1. The effect of the burning method on the burning temperature and the height of clum left unburnt of *Sasa palmata*

Burning method	No. of measurements	Rate of spread (m/min)	Max. temp. (°C)	Duration time of high temp. (min : sec)		Height of clum left unburnt (cm)*
				>100°C	>400°C	
Head fire	2	8.0	738—745	2:43—5:12	0:52—1:17	4.1±0.1
Back fire	4	0.4—0.5	631—740	5:08—7:34	1:07—2:45	3.0±0.3

* $m = \bar{x} \pm t_{.05} S_{\bar{x}}$

Table 2. The effect of the water content of fuel on the burning temperature in *Miscanthus* type grassland

Date of burning	water content of fuel (%)	Rate of spread (m/min)	Max. temp. (°C)	Duration time of high temp. (min:sec)		
				>100°C	>400°C	>500°C
Apr 13	10	1.4	789	2:55	1:03	0:54
May 14	12	1.2	712	2:01	0:36	0:27
May 31	15	0.7	652	1:57	0:36	0:26

風向に対する延焼方向の相違と最高温度、高温持続時間およびササの立茎の燃え切れた高さとの関係を表1に示す。これは火入れの約2ヶ月前に除草剤を散布したササ型草地において、追風延焼として2回、向風延焼として4回、同じ日の日中に燃やしたものである。燃えた燃料は約1350 g/m²で両者ともほぼ同じであった。延焼方向が追風であるか向風であるかによって、延焼速度が著しく異なることになった。したがって燃えた燃料の量が同じでも、追風延焼では燃料が短時間に燃えることになり、最高温度は多少高くなったが、その反面、高温持続時間は著しく短かかった。燃料が燃えるためには、前述のように、温度の高さとその高温の持続時間が関係する²⁾。したがって最高温度は多少低くても、高温持続時間の長い向風延焼の方が火力が強くなり、ササの立茎は地際近くまで燃えることになった。

一方、燃料中の含水率と最高温度および高温持続時間との関係に関して、ススキ型草地の例を表2に示す。これは4月および5月のいずれも乾燥が続く、また無風状態に近い日の夕刻に燃やしたものである。各区の燃えた燃料の乾燥重は500 g/m²前後で差なかったが、火入れの時期が遅れるにつれ生草が目立つなどのために、燃料の含水率が高まった。その結果として、延焼速度は遅れ、同時に最高温度が低下した。一般に延焼速度が遅いほど高温持続時間は長くなるにもかかわらず、この場合の高温持続時間は短かくなった。

4. 各草地における地面附近の気温のまとめ (表3)

草地の火入れでは地表 (または燃え残った堆積物の表面) 上2—10 cm 附近の温度が最も高く、また高温持続時間が長かった。シバ型、ススキ型、ササ型草地における、この地面附近の気温の最高温度および高温持続時間

の最も長かった値を整理して表3に示す。

シバ型草地では、燃えた燃料が75—310 g/m²と少ないために、最高温度は200—500°Cにすぎなかった。一方、200—900 および600—1350 g/m²の燃料が燃えたススキ型およびササ型草地の最高温度は共に400—800°Cを示した。高温持続時間について見ると、200°C以上の例では、シバ型草地で0—1'20"、ススキ型草地で0'30"—2'40"、ササ型草地では1'10"—6'15"を示した。また400°C以上の高温に例をとると、シバ型草地では0—0'15"にすぎなかった。しかしススキ型およびササ型草地の同温度持続時間はそれぞれ0'05"—1'55" および0'15"—2'45"であった。

すなわち燃えた燃料の少ないシバ型草地における最高温度、高温持続時間はいずれも、三草地中最も小さかった。一方、ススキ型草地とササ型草地の最高温度はともにほぼ同じ値であったが、燃えた燃料の多い後者の方が高温持続時間は長くなった。

要 約

1. 各草地の火入れ温度観測実験例における延焼速度は0.2—8 m/min 程度であった。
2. シバ型、ススキ型およびササ型草地の地面附近の気温は、温度上昇が始まってからそれぞれ約15—30 sec、20—60 sec および0.5—1.5 min で最高温度に達し、その温度変化はそれぞれ約2—5、3—7、および4—10 min 間続いた。
3. 風速が比較的速い場合の向風延焼では、測温位置が低くなるほど最高温度に達する時刻は早くなった。一方、追風延焼では逆に測温位置が高くなるほど、最高温度は早く出現した。また火入れの最中に絶えず風向、風

Table 3. Summary of air temperatures near the ground in different types of grasslands

Type of grassland	No. of measurements	Fuel in dry weight			Max. temp. (°C)	Duration time of high temp. (min : sec)				Season of burning
		Available (g d.wt./m ²)	Consumed (g d.wt./m ²)	(%)		>100°C	>200°C	>400°C	>500°C	
<i>Zoysia</i>	4	280	75—140	27—51	200—450	0:35—1:10	0—0:35	0—0:05	0	spring
	7(+2)	480	250—310	52—66	400—500	0:50—2:50	0:20—1:25	0—0:15	0—0:05	//
<i>Miscanthus</i>	6	310—600	300—500	92—96	500—800	1:50—3:00	1:10—2:00	0:35—1:00	0:05—0:55	spring
	8	330—950	300—900	93—95	400—800	1:25—2:40	0:45—1:50	0:10—1:05	0—0:55	summer*
	7	—	200—1200	—	400—850	0:50—3:40	0:30—2:40	0:05—1:55	0—1:25	autumn**
<i>Sasa</i>	6	1300	600—1200	45—94	400—700	1:50—8:00	1:10—6:15	0:40—2:45	0—1:55	spring
	10	1400	750—1350	54—95	400—800	2:30—7:35	1:40—4:50	0:15—2:45	0—1:50	summer*

* herbicide was spread before burning

** burning after placing 3.2—19.2 kg per 4 m×4 m of dead *Miscanthus sinensis*

速が変る場合には、温度変化曲線に幾つもの山が現れた。

4. 最高温度の垂直分布は、ススキ型草地の枯草が地面に倒れている場合およびシバ型草地では押倒し型を、ススキ型草地で枯草が立枯れている場合には立枯れ型を示した。ササ型草地では立茎の燃え具合によって、押倒し型または立枯れ型を示した。

5. 燃えた燃料の量が 1m^2 当り約 500g までは、その量が増すにつれ最高温度は上昇しほぼ $600\text{--}800^\circ\text{C}$ に達した。しかしそれ以上では、燃えた燃料が多くなっても最高温度は横這い状態であった。一方、高温持続時間は燃えた燃料の増加に伴い上昇した。

6. 向風延焼は追風延焼に比較して、延焼速度が遅いため、最高温度は多少低いが、高温持続時間は長くなった。燃料の含水率が高い場合の火入れは、最高温度が低く、高温持続時間も比較的短くなった。

本研究は主として文部省試験研究「山地草原における家畜の放牧による牧草地造成」同じく「山地草原の改良に関する研究」(主任: 山根一郎博士) の分担研究として、東北大学飯泉茂, 山根一郎両先生の御指導の下に行ったものである。研究の実施に当っては、東北大学農学部川渡農場の各位に種々御協力をいただいた。また本研究のまとめに際し、東北大学輪田潔, 吉田重治, 佐藤庚, 角田重三郎の諸先生には、詳細な御指導と御激励をいただいた。ここに明記して深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) IIZUMI, S. and IWANAMI, Y.: Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ. **16**, 33 (1965)
- 2) 岩波悠紀・飯泉茂: 日生態会誌 **15**, 258 (1965)
- 3) IWANAMI, Y. and IIZUMI, S.: Jap. J. Ecol. **16**, 40 (1966)
- 4) IWANAMI, Y. and IIZUMI, S.: Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ. **17**, 27 (1966)
- 5) IWANAMI, Y. and IIZUMI, S.: Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ. **20**, 29 (1969)
- 6) IWANAMI, Y.: Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ. **20**, 47 (1969)
- 7) 岩波悠紀: 日生態会誌 **22**, 24 (1972)
- 8) 浅田常三郎・本出英三郎・松村敏雄: 応用物理 **10**, 304, 354 (1941)
- 9) 浅田常三郎・本出英三郎・松村敏雄: 応用物理 **12**, 57 (1943)
- 10) 浅田常三郎・本出英三郎・萩野三雄: 応用物理 **12**, 359 (1943)
- 11) 浅田常三郎・本出英三郎・萩野三雄: 応用物理 **13**, 293 (1944)
- 12) CURRY, J. R. and FONS, W. L.: J. Agr. Res. **57**, 239 (1938)
- 13) FONS, W. L.: J. Agr. Res. **72**, 93 (1946)
- 14) 中村貞一: 島根農大報 **13**, 93 (1965)
- 15) 鈴木清太郎: 火災学, 地球出版 (1949)
- 16) 岩波悠紀: 日草誌 **18**, 85 (1972)
- 17) DAVIS, L. S. and MARTIN, R. E.: Fire Control Notes **22**, 20 (1961)
- 18) MARTIN, R. E.: Tall Timbers Fire Ecol. Conf. **2**, 151 (1963)
- 19) 岩波悠紀: 日生態会誌 **21**, 68 (1972)
- 20) 飯泉茂・岩波悠紀: 東北大農研報 **19**, 17 (1967)
- 21) SUGAWARA, K. and IIZUMI, S.: Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ. **15**, 29 (1964)
- 22) 岩波悠紀: 日草誌 **18**, 90 (1972)

Burning Temperatures of Grasslands in Japan

V. The Comprehensive Consideration on the Burning Temperatures (1)

Yuuki IWANAMI

Institute for Agricultural Research, Tohoku University (Sendai)

Summary

1. In the air temperature near the ground in grassland fire in *Zoysia* type, *Miscanthus* type and *Sasa* type grasslands, the maximum temperature was attained in 15–30, 20–60, and 30–90 seconds, respectively, and the temperature change continued for 2–5, 3–7, and 4–10 minutes, respectively.

2. Where the plot consumed greater amount of fuel, the change in temperature at each measuring point was the greater. With the decrease of the rate of spread, the maximum temperature at every measuring point decreased, but the temperature change tended to continue for a longer time. Besides, the change in temperature was smaller in back fire than in head fire, but the temperature change continued for a longer time in the case of the former.

3. In the case of back fire, the time to attain the maximum temperature became earlier with the lowering of the position of the measuring point. Conversely, in the case of head fire, the lower the measuring position was, the later the time of the maximum temperature became. On the other hand, when wind direction and wind velocity changed incessantly in the midst of burning, there existed a number of peak temperatures.

4. The types of the vertical distribution of the maximum temperature could be divided into “Push down type” and “Standing dead type”. The push down type showed conspicuous peak near the height of 10 cm in the vertical distribution of the maximum temperature. On the other hand, the standing dead type was featured by the nonexistence of big peak in the vertical distribution of the maximum temperature.

5. When the amount of fuel which was burnt was less than about 0.5 kg/m^2 , the maximum temperature increased with the increasing amount of fuel, and in the case of about 0.5 kg/m^2 of the burnt fuel, the maximum temperature recorded from 600 to 800°C . However, when the fuel exceeded about 0.5 kg/m^2 , the ascending tendency of the maximum temperature showed a crablike course. But, the high temperature was maintained longer with the increasing amount of the burnt fuel.

(J. Japan Grassl. Sci., 18, 135~143, 1972)