難が思はれる。が併し霧中の一角に多少の光明を認めた様な気がする。圖中 δ は殘差であるが盛岡の分析殘差と殆ど同程度であることが判る。

以上未完成乍ら現在までに得られた結果を報告して大方の御教示をいただき更に努力を続けたいと思ふ次第である。

この調査に當つては絶えず御指導をいただき、本文の發表に際しては御繁務中特に御校閲をいただいた藤原先生に衷心より感謝を捧げる。 (昭和 17 年 11 月 盛岡測候所に於て)

火災と濕度及び實效濕度との關係*

畠 山 久 尙

1. 緒 言 火災と濕度との關係については既に澤山の研究⁽¹⁾があつて濕度の低い時に火災が多いと言ふ事ははつきりした事實として認められて居る處である。併し一方火災に對し更に深い關係があるのは燃える物即ち板、柱其の他家屋の内容物の含水量と考へられ⁽²⁾、これは當日の濕度そのものよりも、昨日、一昨日と言ふ様に前の濕度の影響を受ける事が可なり多いと考へられる。それだとすると其の前の影響の入れ方を何の位にすれば良いかと言ふ事が問題になる。前の影響を入れた濕度を實效濕度と稱へる事にする。此の研究では火事の數を全體の出火の件數、火災の件數、稍大火の件數と言ふ様に分けて濕度及び實效濕度との關係を調べた。これは日本學術振興會第5特別委員會の仕事として行つたもので、計算は主として波田芳明氏が擔當した。

2. 研究の方法. 資料として用ひたものは、一方は火災に關するもので、これは御厨技師の御厚意により警視廳から頂いた。其れは警視廳管下全域即ち東京府一圓に亘るもので、期間は昭和7年1月から昭和12年12月迄滿6箇年間毎日の小火件數、火災件數及各火災の燒失建坪である。小火件數と火災件數を加へ合はせれば出火總件數になる。他方は氣象に關するものでこれは今回の研究では毎日の平均濕度であるが、この方は中央氣象臺月報の東京の分を用ひた。實效濕度と言ふのは、今日の濕度を1とすると昨日の濕度には $a(<1)$ 、一昨日の濕度には a^2 、その前日の濕度には $a^3, \dots$ と言ふ様な重みをつけて平均したものである。普通に言ふ1日の平均濕度は此の意味

* H. Hatakeyama: On the Relation between the Fire and Relative Humidity or Effective Relative Humidity. 中央氣象臺彙報

(1) 鈴木清太郎: 九州帝大農學部紀要, 第2卷, 第1頁, 昭和3年。

寺田寅彦: 理研歐文報告, 第16卷第69頁, 昭和6年等

(2) 畠山久尙, 高橋浩一郎: 天氣と氣候, 第7卷, 第164頁, 昭和15年。

では $a=0$ の場合であり、 a の値が 1 に近づくに従ひ前の影響を大きく見て居る事になる。 H_m を日平均濕度、 H_e を實效濕度とすると、

$$H_e(n) = \frac{\sum a^n H_m(n)}{\sum a^n} = (1-a) \sum a^n H_m(n)$$

$$\begin{aligned} H_e(0) &= (1-a)\{H_m(0) + aH_m(1) \\ &\quad + a^2H_m(2) + \cdots\} \\ &= (1-a)[H_m(0) + a\{H_m(1) \\ &\quad + aH_m(2) + \cdots\}] \end{aligned}$$

$$H_e(0) = (1-a)H_m(0) + aH_e(1).$$

これによつて實效濕度を算出する圖表（第 1 圖）を簡單に作製する事が出來、此の圖表を用ひて毎日の實效濕度を至極簡單に計算する事が出来る。毎日の實效濕度は $a=0.2, 0.5, 0.7, 0.9$ のものを計算して置いた。

3. 東京の火災の年變化 濕度或は實效濕度との關係を述べる前に、此處に用ひた資料から見た東京の火災の概況を記して置く事とする。先づ年變化であるが、これを第 2 圖に示す。かう言ふ圖はこれ迄度々⁽¹⁾ 出て居るのであるが、此の第 2 圖では出火件數、その中の火災になつた數、稍大火（焼失建坪 50 坪以上）の數のお互の關係を見る事が出来る點で意味がある。全出火件數は 12, 1, 2, 3 月位は殆ど數の變化が無いのであるが、火災の方になると 3 月が一番

多い。濕度の最小が 2 月に起るのに對し火災件數の最大が 3 月に起る事は早くから注目されて、これが後に述べる實效濕度の研究を促したものである。

次に火災の概況を知る意味で出火件數及び火災件數に相當するものの日變化を出して見た。資料は警視廳消防部で刊行して居る消防年報の昭和 7 年から 14 年までのものによつた。大火は「日本

第 1 圖 實效濕度計算用圖表

(1) 例へば藤原咲平：天氣と氣候，第 1 卷，第 1 頁，昭和 9 年。

第2圖 火災件数年變化

第3圖 出火時刻の日變化

火災史及外國火災史⁽¹⁾によつて居る。結果は第3圖に示してある。「直に消止」から「大火」まで次第に日變化の形の違つて居るのを認められる。「直に消止」は晝間に寧ろ多く、これは山火事の出火數と似て居る點がある⁽²⁾。大きな火災になるに従ひ次第に夜半すぎに出火するものの割合が多くなり、大火では矢張り夜半すぎから早曉までのものが大部分を占める。日中出た火事が大火になり易いと言ふが、其れは疑はしい事がこれで明かである。何れの場合を通じても朝に出火數の少い事は共通である。これは氣象的の條件と人爲的の條件と重つて居る事と考へられる。

4. 研究の結果 先づ第一に1月から12月迄の各月につき毎日の平均濕度を横軸に、毎日の出火件数を縦軸に取つて、方眼紙に點を打つてその關係を調べて見る。各月とも濕度の小さい方で出火件數多く、濕度の大きい方で出火が少いのは共通である。其の1例として1月分を第4圖に出して置いた。これで各濕度に對する出火の件數も、各月毎にわかるので良い様なものではあるが、尙問題は各實效濕度に對しての關係が毎日の平均濕度に對するものより大きいのか小さいかと言ふ點に残る。それで $a=0.2, 0.5, 0.7$ の各實效濕度に對し同じ様な關係を調べて見た。關係が深いとか浅いとか言ふ事は、かう言ふ圖上の點のばらつきの程度で示されるものと考へてよい。點のばらつきは平均値に對する標準偏差で示されるものとする、かう言ふ圖の1枚々々について標準偏差を求め、それを各實效濕度につき比較する事によつて、どの實效濕度と出火又は火災件數が一番關係が深いかがわかる。實際にこれをやつて得られる標準偏差を各實效濕度に就いて1年を通じ

(1) 日本消防新聞社發行、昭和15年。

(2) 寺田寅彦：理研歐文報告、第18卷、第205頁、昭和7年。

畠山：天氣と氣候、第2卷、第218頁、昭和10年。

第 4 圖 濕度と出火件數 (1 月分)

第 5 圖 各實效濕度に對する標準偏差

第 6 圖 濕度と出火件數

て平均し、各實效濕度に對する標準偏差の値を第 5 圖に示した。

圖で見る様に出火件数は其の日其の日の濕度と一番關係が深く、過去の影響を入れると却つて關係が薄くなる。これの物理的の意味を考へて見ると、出火の件数は薄い紙とか布片とかの乾燥の程度、又厚いものとか太いものとかならば、その極く表面の所の乾燥の程度によつて定まるものと言ふ事になる。各濕度に對する各月の出火件数の配布は第 6 圖に示した。從來此の種の關係は藤原先生¹⁾の四季別の調査結果があるのみで甚だ物足りなかつたのであるが、此處に各月のものを得た譯である。これを見ると各月とも濕度の小さくなると共に出火件数は多くなつて居る。そして濕度 4% 程度では大體 90 乃至 100% の所の 2 倍又はそれ以上の出火件数即ち危險率が 2 倍以上になつて居ると見て良い。興味を引く點は月により同じ濕度でも値が變るのである。これで見ると大體 12 月—3 月の 4 箇月が同じ濕度でありながら出火件数が殆ど 2 倍に出て居る。4 月—11 月の 8 個月は出火件数の少い月である。此れは火を使ふ事の多少と専ら關係が有るのでは無いかと考へられる。藤原先生の結果では冬、春が多く夏、秋が少い季節であつたが、今度は月別にやつたので何月から何月迄かがはつきりして來た。試に東京の 11 月から 4 月迄の平均氣溫と、毎日最低の平均とを示すと第 1 表の様である。

第 1 表

月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
平均氣溫(°C)	10.5	5.2	3.0	3.8	6.8	12.6
毎日最低の平均(°C)	6.0	0.6	-1.4	0.6	2.2	8.0

大體 10 度以下の氣溫は何か煖房設備が無いと都合が悪い寒さであるから、丁度火を使ふ事の多い機會と一致して居る様である。又我々日常の經驗でも 12 月から 3 月迄は火を使ふ事が多い。此の結果は氣候狀態の違ふ他の土地の結果と比較したら興味のある事と思はれる。出火の少い方の 4 月—11 月迄の間でも 4 月と 11 月は稍多いのであるが、殊に 11 月の濕度 50% 以下は多い。此れは濕度の低い時は寒く⁽²⁾、火を使ふ事が多いのによると考へられる。又 7 月 8 月はこの群の中で少し多い傾向があり殊に 60% で其れが甚しいが、此れは更によく調べて見る價值のある事實である。

次には出火件数から小火を除いてしまつた所謂火災と實效濕度との關係である。第 8 圖に出した處では全體の出火件数では其の日其の日の濕度が一番關係が深かつたのであるが、火災になるとその趣は全然變つてしまつて標準偏差の一番小さい所は $a=0.5-0.7$ の邊に有る事は略々確實である。尙序に一回の焼失建坪 50 坪以上の稍大火と言ふべき程度のものになると $a=0.7$ より更に大きく

(1) 藤原：前出。

(2) 畠山：氣象集誌，第 20 卷，第 312 頁，昭和 17 年。

なる。火災件数に就いても先に出火件数についてやつたと同様各月につき實效湿度に對する件数の配布を出して置く必要がある。此れを圖示したのが第 7 圖である。

第 7 圖 實效湿度 ($a=0.7$) と火災件数

これを出火件数に對する同様の圖なる第 6 圖と比較すると配布の様子は概ね似て居る。12 月—3 月が多い方の群に入り 4 月—11 月は少い方の群に入るが其の中で 4 月と 11 月とは稍多い。

更に付け加へて置き度い事は實效湿度が同じでも、湿度が次第に増しつゝある時と、減じつゝある時とでは、火災の起る數に違ひが出て來ないかと言ふ問題である。これを物理的に意味を附けて考へて見ると、柱の中にある水の量が全體として同じ時でも表面に近い所が割合に乾いて居て内部が濕つて居る事も、表が割合濕つて居て芯が乾いて居る事もあり、それに應じて火災の回數に差が出て來はしないかと言ふのである。前の調べ方ではこれに就いての違ひは出て來ないので特に此の點に就いて別に調べて見た。

その研究の方法は $a=0.7$ の實效湿度で各月毎に各實效湿度に對する火災件数の平均値を出してあるのを使ひ、各個々の値の平均値からの偏差を縦軸にとり、前日と當日の湿度の差（當日の高き方を正とす）を横軸にとつて關係を調べて見た。各月毎に點を打込んだものを調べて見ると、弱いながらも正の相關があるのを認め得る。實際に相關係數を計算して見ると次の様である。

12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
+0.20	+0.02	+0.10	+0.12	+0.10

即ち前日に比し湿度の高い時には實效湿度が同じでも火災件数は割合に多いのである。物理的の意味を考へれば、全體としての含水量が同じでも内部の乾燥して居る方が火災になる數が多いのである。

5. 木材の含水量 上に述べた $a=0.5$ とか 0.7 とかの實效湿度は實は木材その他可燃物の含水量に相當したものを表して居る。古い材料ではあるが毎日木材の重量を測定した結果が丁度手許にあるので、其れを利用して $a=0.5$ とか 0.7 とかが實際の意味でどの位の厚さの板又はどの位の太

第 8 圖 板の含水量と濕度

第 10 圖 板の含水量と實效濕度 ($\alpha=0.5$) 第 11 圖 柱の含水量と實效濕度 ($\alpha=0.7$)

さの柱に當るかを調べて見た⁽¹⁾。木材は $12 \times 21 \times 0.7$ cm の杉の板及び $7 \times 7 \times 12$ cm の松の柱の二種類で、北側軒下で日の當らぬ所に置いてあり、これを毎晩 21 時頃に桿秤で目方を測つた。此の 1 回の秤量をその日の平均値と見做す。尙日變化については毎時觀測もしてあるのだが、それは木材の含水量を主眼とした別の論文に於いて詳しく論ずる心算である。測定場所は筆者の當時勤務して居た柿岡地磁氣觀測所の官舎で、濕度は觀測所の觀測結果を用ひた。これ等の材料により横軸に木材の目方、縦軸に平均濕度を取つて圖示すると第 8 圖、第 9 圖の様になる。

木材の目方は當然其の日其の日の平均濕度よりも、前の履歴の影響が相當大きく入つて來るだらうと言ふ事が考へられる。そして板の方は柱よりも a の値が小さい處で最も關係が密になりさうである。此れを實際にやつて見ると板の方は $a=0.5$ 乃至 0.7 で、柱の方は $a=0.7$ 乃至 0.9 で最も密に關係し合ふ。その模様は第 10、11 圖に示した。

第 10 圖は第 8 圖に第 11 圖は第 9 圖に照應して見て頂き度い。これは物理的的關係も非常にはつきりしたものであるから、合ひ方も實效濕度と出火又は火災件數の時の様にぼんやりしたものではなく、非常にはつきりして居る。尙木材の中へ水が入つて行く時の模様については非常に興味の深い現象が有る事が確實であるが、それに就いては後に報告する事とする。これ等の結果を前の火災件數と實效濕度の圖と對照して見ると、結局火災件數は 1 cm 位の厚さの板又は 2-3 cm の太さの棒の乾燥の程度と密接に關係し、建坪 50 坪以上の稍大火は 7 cm 位の太さの柱の乾燥程度と、密に關係すると言ふ事が言へる。

6. 結 論 東京の毎日の出火件數、火災件數と夫々の日の濕度、實效濕度との關係を調べ、又實效濕度と或る厚さの板、又は或る太さの柱の含水量との關係を調べた結果、(1) 出火件數は夫々の日の濕度と最も深く關係する事、(2) 火災件數は稍厚い板又は細い棒の乾燥の度と最も深く關係する事、(3) 焼失建坪 50 坪以上の稍大火は 2 寸角位の柱の乾燥の度と密に關係する事がわかつた。依つて此等の木材の標本の重量變化に着目して火災警戒の目安とする事が出来る。今此の木材の重量變化が直接指針に出る様な器械を試作中である。

(1) 畠山：樺太山林會報，第 28 號，昭和 10 年。