

シミュレーションによる防災緑地網整備計画の支援システムに関する研究

金沢大学工学部 正員 木俣 昇

富山大学工学部 正員 ○二神 透

1. まえがき

わが国は、耐震設計技術に関しては世界をリードしている。しかし、木造住宅嗜好が根強く、地震火災は依然として二次災害の最大の脅威である。この危険性を緩和するために、建物の不燃化・耐震化や、避難路・避難場所の整備計画が推進されてきた。しかし、消防力の低下と同時多発型の地震火災の特性を考えると、このような地区単位での計画では対処が困難であり、広域的な視点から都市構造そのものの防火性を強化する計画が必要とされる。

防災緑地網整備計画は、公園緑地、河川、道路耐火建物群等を地域特性に応じて有効に組み合わせた空間を、広域的な視点から整備、確保することによって、火災の延焼をブロックし封じ込めることを目的とするものであり、都市の防災力の強化のみならず、緑豊かな都市空間の再生、創出という面からも魅力のあるものである。特に耐火建物化が困難な歴史的遺産を多く抱えている地方中核都市では、その特徴を保存し、かつ防災性優れた安全な都市造りの手段としても評価される計画構想といえる。

1986年には、この構想の事業化促進のための助成制度も創設されている。しかし、現実には、この事業は、その重要性和魅力性にもかかわらずパイロット段階にとどまっている。その理由は、助成制度のありかたにも問題はあろうが、この構想を地域において具体的に展開し、その効果を総合的に評価し、提示するシステムの欠如にある。

著者らは、火災延焼シミュレーション・システム

に関する要因分析に都市構造という要因を入れることにより、このブロック化構想の有効性を示唆した。そして、都市全体の地震火災危険度分析のための広域シミュレーション・システムを提案し、戦略的なブロック化案の作成とその評価を試みた。また、前回のシンポジウムでは、緑地の防火効果をモデル化し、火災延焼シミュレーション・システムに組み入れるためのアルゴリズムを考案し、緑地メッシュを含むシミュレーション・システムの基本的な整合性について報告した^{3), 4), 5)}。本研究では、このシステムをさらに発展させ、地域特性を考慮した防災緑地網整備計画の作成を支援する視覚型、対話型システム化について報告する。

そのために、まず、データ面では、既にシミュレーション用として採取してある都市データを活用して、それに緑地データを加えて利用するシステムを考える。次に、緑地メッシュに関しては、メッシュの状態判定のために、放射熱計算アルゴリズムの導入を提案したが、その計算時間を軽減する必要がある。本システムでは、そのためにBASICからUNIX-C言語にプログラム言語の変更を行った。そして、これにともない獲得されたマルチタスク性を活用して、防災緑地網整備計画の支援システム化としてマルチウィンドウ機能を大幅に導入した。

最後に、本システムを緑豊かな金沢市寺町地区を対象として適用し、防災緑地網整備計画作成の支援システムとしての有効性、問題点について具体的に検討し、今後の課題を明らかにする。

2. 緑地メッシュを含む火災延焼のアルゴリズム

(1) 輻射熱計算アルゴリズムによる緑地防火効果

本シミュレーション・システムでは、可燃メッシュ間の延焼については、メッシュ構造要因である木造建物混成比、防火木造率、建ペイ率と、気象条件である風速をパラメータとする延焼速度式を用いている。一方、緑地メッシュについては、樹木の火災特性分析より、輻射熱により炎上の判定を行うとしてモデル化している。前論文⁵⁾では、緑地メッシュとは、常緑広葉樹を主とするある程度の密度を持つ緑地帯と定義し計画的に配置し、そのパラメータとして、図1に示したように、緑地の建ペイ率 R (%)、緑地高さ h (m)を想定している。

ここで、緑地の延焼計算の基本フローについて簡単に説明する。時間の経過に伴い、炎上メッシュの風下一次近傍に入った緑地メッシュ $G [I, J]$ を対象として、同時炎上奥行き D (m)、同時炎上幅 B (m)からなる矩形領域を対象とし、それぞれ同内の平均建ペイ率 R_s (%)、平均家屋長 a_s (m)と、風速 W (m/s)を入力データとして輻射熱算定アルゴリズムに入り、緑地メッシュの状態判定を行う。まず、同時炎上領域の火災高さ H (m)、同傾き θ を求める。次に、火災の前面距離 ND (m)、緑地前方、後方の輻射受熱量 E_r 、 E_b (Kcal/m²h)を求める。これら

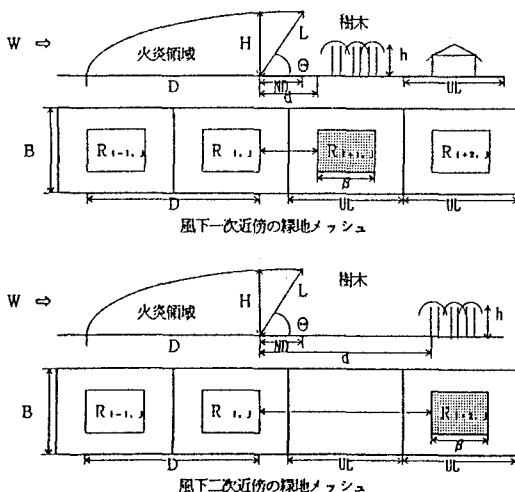


図1 都市火災における緑地のメッシュ・モデル化

の値と、緑地メッシュ側のデータ：緑地高さ h (m)、火面と緑地前方、後方までの距離、 d 、 $d + \beta$ 、緑地の前方、後方での耐輻射受熱量、を比較して緑地メッシュの状態推移を、“不燃”、“立ち消え”、“炎上”のいずれかに判定するというモデル化を行っている。

同時炎上奥行きは、時間とともに変化する。そこで、これらの状態の確定は、時刻 $t - \Delta t$ での緑地メッシュの状態変数、同時炎上奥行きの増減の有無を考慮して行われる。シミュレーション時間中は風向は一定であるとした場合の本アルゴリズムの論理的整合性については、前論文における金沢市主計町への適用事例により一応の確認を終えている。

輻射熱計算による状態推移には、延焼速度式による状態判定に比較して長い時間が必要となる。この対象となる緑地メッシュの増大化を考えると、このアルゴリズムを実用システムに組み入れるには、計算の増大化を解消する工夫が必要になる。そのため、本研究では、後述するように、このアルゴリズムをBASICに比較して格段に早いC言語によるプログラム化することを試みる。

(2) 緑地メッシュのデータ処理

著者らは、火災延焼シミュレーション・システムの開発を試み、都市構造要因データとして、多くのメッシュ・マップ・データを保持している。これらのデータの一部には、緑地を多く含む地域も存在している。しかし、これまで緑地を都市構造要因として取り上げておらず、緑地は空地として、取り扱っ

表1 メッシュ属性の判別表

	$r \geq P \geq G$	$P \geq r \geq G$	$G \geq P \geq r$
$r < 25\%$	□		
$P < 25\%$		□	
$G < 25\%$			□
$r \geq 25\%$	B	A	G
$P \geq 25\%$	B	A	G
$G \geq 25\%$	B	A	G

てきた。緑地を擁する地域を対象として、防災緑地網の整備を行うためには、既成緑地を総合的に利用した計画が必要となるが、そのためにメッシュ・マップ・データを新たに作成するのは非効率的であろう。

従来、メッシュ・マップ・データを採取するには、対象とする地域の航空写真を正方メッシュに分割し、メッシュ内の耐火造建物、純木造建物、防火木造建物の占有率をドット・データとしてカウントし、これらのドット・データを一次データとして保持してきた。それをまず、

r' : 耐火造建物のドット数

P' : 木造建物のドット数 (純木造, 防火木造)

G' : 緑地のドット数

とする。そして、これまで空地として処理してきた G' の値を採取する。河川・道路・空地等のドット数は、これらの差として既知となる。

次に、緑地についても、都市構造を反映する属性であると仮定して、従来のメッシュ属性判別表を、表1に示すように拡張・改良し、アルゴリズム化した。基本的には、可燃メッシュ" A " , 耐火造メッシュ" B " の判別システムに、緑地メッシュ" G " を追加して、これらの占有率による属性判別を行っている。

従来、メッシュ・マップのパラメータとして、建ぺい率 R , 木造建物混成比 p , 防火建物混成比 β , を採用している。しかし、ここでは緑地メッシュの導入により、緑地の建ぺい率、緑地高さのデータが新たに必要となる。可燃メッシュ $A [I, J]$ の建ぺい率 R は、緑地を空地と見なしていたため、一次データを処理し、ドット・サイズを N とすれば、

$(r' + P') / N$ として算定していた。これに対して、緑地メッシュ $G [I, J]$ については、 G' / N を緑地建ぺい率と定義し、一方、可燃メッシュ $A [I, J]$ については、従来の建ぺい率を採用する。これは、本モデルで採用している延焼速度式のパラメータとの整合性を考慮した形で属性に対するデータを与え、延焼計算上、両属性データの独立を判っていることを意味する。

一方、緑地の高さについては、航空写真からの判

断が困難なため、現地調査を行い採取する。この方法を含めて、本シミュレーション・システムのための入力系については、次節で説明する。

3. シミュレーション・システムの構成

(1) 既存メッシュ・マップデータの活用

従来のシミュレーション・システムは、MS-DOS上のBASICで開発しコンパイラを使用して計算時間の軽減化を行ってきた。防災緑地網整備計画への実用的システムへの拡張化を行うためには、高速性に加えてマルチタスク性を特徴とするUNIX-C言語によるプログラムへの改良を行う必要がある。ここで問題となるのは、これまでデータベース化してきた既存のデータ・ファイルの活用方法である。既存メッシュ・マップには、表2に示すように、メッシュ・サイズに対応して、一次データを処理したメッシュ属性、木造建物混成比、建ぺい率、防火木造率のデータが保持されている。都市ブロック化の基本計画支援システムである広域火災延焼シミュレーション・データのような莫大なデータファイルや、緑地の少ない木造市街地の密集する地域のデータファイルを活用するには、C言語への形式変換、ファイル転送を行う必要がある。

一方、緑地の多い地域の既存データについては、一次データに緑地のドット数を追加し、メッシュ属性を判別しメッシュ・マップを変更する必要がある。そこで、図2に示すような、既存データを活用するメッシュ・マップ作成システムへの改良を試みた。まず、既存ドット・データに緑地ドット・データを

表2 従来のデータファイル構造

	属性	木造建物	建ぺい率	防火木造
10	A,	. 8 0,	. 7 5	. 2 0
20	B,	. 5	. 6 0	. 1 5
30	.	. 2 0	. 2 0	. 0
40	A,	. 7 6,	. 6 0	. 1 3
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
400	A,	. 5 6,	. 7 4	. 1 0

追加する。これらのデータを、表1のメッシュ属性の判別システムを用いて処理し、可燃メッシュ“ A ”，不燃メッシュ“ B ”，河川・道路・空地メッシュ“ ”，緑地メッシュ“ G ”に判別する。ここで、緑地メッシュに判定されたメッシュについて、緑地の高さを調査し、入力する。

ここまでのプロセスで、緑地メッシュを含む従来型のBASIC上のメッシュ・マップデータが、拡張・作成される。次に、C言語形式のデータ構造への変換プログラムを用いて、図3に示す構造体データファイルを作成する。このデータファイルを、端末 (FM-R70) からFTP (File Transfer Protocol) コマンドを用いて、ワークステーション側へファイルの転送を行う。これらの一連の操作により、UNIX上での既存データ活用が可能となる。

(2) UNIXシステムによるプログラム開発

UNIXによるプログラム開発の利点としては、CPU 処理の高速化と、マルチウィンドウによるマルチタスク、GKS (Graphical Kernel System) によるグラフィック機能が挙げられる。また、C言語によるプログラム開発の利点は、プログラム構造が関数を基本とした集合体であり、プログラムを関数の集合として作成できるため、モジュール化が容易であること、自動変数により関数の独立性を保ちやすく、プログラムの部品化、データ領域の効率性を計ることができる点などである。

従来のBASICによるシミュレーション・システムは、輻射熱算定アルゴリズムの導入によりフローが複雑となり、必ずしも拡張性の高いシステムとは言えない。そこで、表3に示すようにシミュレーション・システムを基本的なモジュールに分割し、C言語による関数間のデータ受引しを明確にしたプログラム化を試みた。表3のkasaimain.c は、メインプログラムであり、シミュレーションの各関数の呼出機能を持つ。system.cは、システム諸パラメータの入力、および延焼計算、状態の推移などの基本計算を行う関数である。他の関数は、GKS に関するグラフィック制御の機能を持つ。本システムの基本となるsystem.cの基本構成を図4に示す。

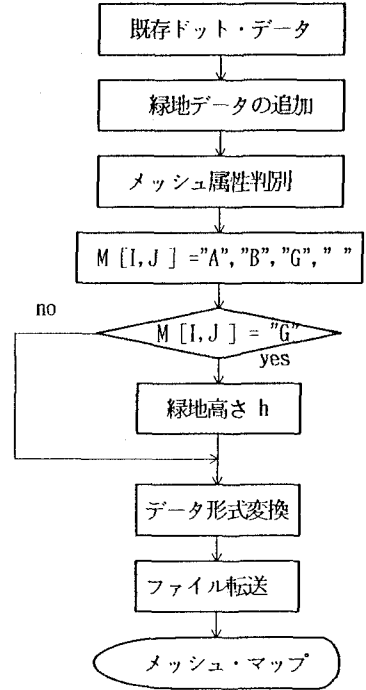


図2 メッシュ・マップ作成システム

```

1 struct data {
2     char zo;      属性
3     double p;     木造建物混成比
4     double r;     建ぺい率
5     double b;     防火木造率
6     float h;      緑地高さ
7 } ;
8
9 struct data datag [20] [20] = {
10  'A', .80, .75, .20, .0,
20  'B', .05, .60, .15, .0,
30  'G', .70, .50, .0, 3.5,
40  'A', .76, .60, .13, .0,
. . . . .
. . . . .
. . . . .
400 'A', .56, .74, .10, .0,
401 } ;
  
```

図3 構造体によるデータファイル

表3 システム・プログラムのモジュール化

プログラム	機 能
kasaimain.c	メインプログラム
system.c	システムプログラム
ironuri.c	状態表示 (GKS)
kasaimat.c	マトリックス表示 (GKS)
kasaiset.c	表示フラグ (GKS)
kasaimoji.c	文字表示 (GKS)
kasaiwv.c	ウィンドウ・ビューポート (GKS)
kasagop.c	ディスプレイ・サーバとの接続 (GKS)

まず、メッシュ・データのヘッダファイル(data.h)を取り込み、ビットマップ・ディスプレイ上のウィンドウにメッシュ・マップを表示する(kasaimat, kasaimoji)。次に、サブ・ウィンドウを用いてシミュレーション諸パラメータを入力(para, kisyō, himoto)すれば、単位時間毎に延焼計算(ensyou, sinkou)を実行し、状態が推移したメッシュに対して、ウィンドウ上の延焼マップに該当するカラーを表示(ironuri)してくる。以上が、本シミュレーション・システムの基本構成である。

本報告では、20×20のメッシュ・マップによるシミュレーション結果について述べるが、このようなシステム構成を採用することによって、広域火災延焼シミュレーション・システムへの拡張化も比較的容易に行える。

(3) マルチウィンドウによる計画の支援化構成

防災緑地網整備計画の支援システムとしては、シミュレーション結果を見ながら、地域の特性を検討し、どのメッシュをどのような構成によって防災緑地網に組み入れるのが最適かが、容易に、しかも客観的に検討できるシステムであることが望ましい。UNIX-Cへの移行にともない獲得されたマルチタスク、マルチウィンドウ機能を活用して、本システムでは、図5に示すような構成を考えた。

整備計画支援のための情報として、まず、既成緑地の挙動特性データが必要となる。炎上しない緑地は、延焼拡大を抑制するものとして、また、積極的に防災緑地網を構成するブロック化要因として利用できる。一方、炎上する緑地メッシュについては、その構成データと、炎上領域の輻射熱量、火災高さ

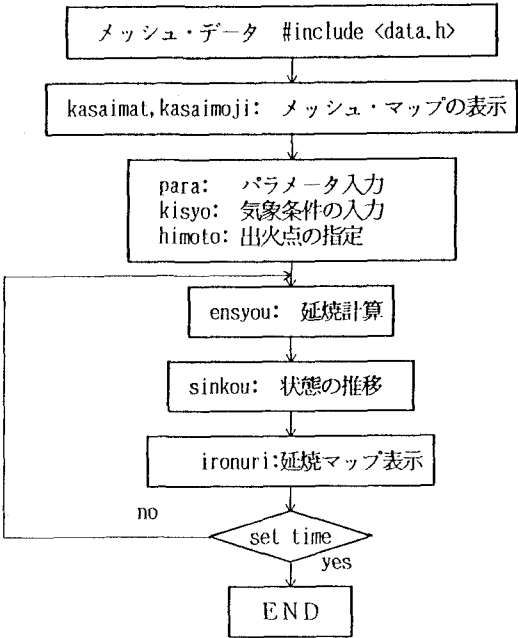


図4 シミュレーション・システムの基本フロー

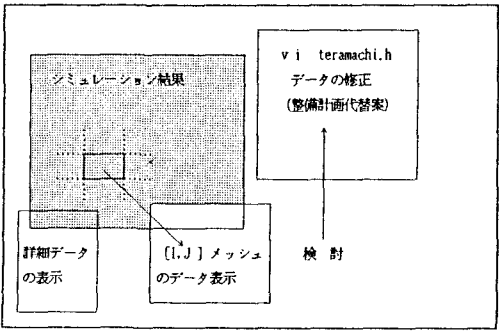


図5 ウィンドウへの緑地メッシュ詳細データ表示

$G[I][J] = 11$	
$h = 10.4$	(m)
$G[I][J].h = 5.0$	(m)
$nd = 5.9$	(m)
$e1 = 10.2535$	(Kcal/m ² h)
$e2 = 4.0352$	(Kcal/m ² h)

緑地の状態変数
火災高さ
緑地高さ
火災前面距離
前方樹木輻射熱量
後方樹木輻射熱量

図6 計画支援のためのマルチウィンドウ構成

の情報を基に、防災緑地としての整備の可能性、その方法を検討する必要がある。前述したように、炎上メッシュの風下一次近傍に入った緑地メッシュに対して、当該緑地の防火効果が判定される。この判定基準となる種々の算定値は、時間の経過に伴う同時炎上奥行きが増減によりダイナミックに変化する。そこで、まず、この情報については、シミュレーション画面とは別にウィンドウを開いて、図6に示す緑地メッシュの状態に関する諸情報を提示できるようにした。

次に、整備計画を地域特性を考慮して、より具体的に展開するために、シミュレーション結果を参照しながら、任意の〔I, J〕メッシュのデータを表示するウィンドウを設けた。ここでは、炎上した緑地メッシュの建ペイ率、緑地高さを表示したり、炎上したメッシュの近傍の可燃メッシュの建ペイ率、木造建物混成比、緑地率などの情報提示を行い、どこをどのように整備することによってブロック化することができるかを総合的に検討する作業の支援を行う。ここで検討されたことは、もう一つのウィンドウで、v iエディタで開いてデータのヘッダファイルを修正することにより、計画案としてデータ化される。その案の評価のためのシミュレーションの実行は、makeコマンドで直ちに実施できる。この繰り返しにより、容易にしかも効果的に防災緑地網整備計画を作成し、評価することが可能となっている。

4. 支援システムの適用事例と考察

(1) 緑地メッシュの挙動特性分析

金沢市の寺町地区は、江戸時代に形成された古い町並みを残し、地名のとおり寺院が数多く密集している。これらの寺院の境内には、当時、植樹された枝葉の繁った大木が多く存在している。この地域を対象として、本システムの適用研究を実施する。

まず、単位メッシュ長を25mとして、500m四方の寺町地区に(20×20)のメッシュを掛けて、メッシュ・マップを作成する。著者らは、以前にこの地域のシミュレーションを行ったことがあり、そのデータに、先に述べたような手順で緑地データを加え、

さらにメッシュ属性判別システムにより緑地メッシュと判定された67個のメッシュについて、現地調査により緑地の高さを入手した。図7が、この地域の緑地を含むメッシュ・マップである。

20	A	A	G	G	A	G	G		A	A	A	G	G	A	A	A	G	A	B	
19	A	A	A	A	G	G	A	A	A	A	A	A	G	G	G	A	A	G	G	
18	A	A	A	A	A	A	G	A	G	A	A	A	A	A	A	G	A	G	G	B
17	A	A	A	A	A	A	G		G	A	A	A	G	A	A	G	G	A	G	A
16	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
15	A	A	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A
14	A	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
13	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	A	G
12	B	A	A	G	G	A	A	A	A	A	A		A		A	A	A	A	A	
11	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	A	B	B	A	A	A	A	A
10	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
9	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B
8	G	A	G	G	G	G	A	G	A	G	A	G	A	A	A	A	A	B	B	
7	A	G	G	G	G	A	A	A	A	B	B	A	A	A	G	A	A	A	B	A
6	A	A	A	G	A	A	A	A	G	A	A	A	A	G	A		A	A	A	A
5	A	A	A	G	G	A	A	A		B	A	G	B	A	A	G	B	B	A	A
4	G	A	A	G	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	A	A
2	G	G	G	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A	A	A	B	G	A	A
1	G	G	G	A	A	G	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	B	A	G	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

図7 寺町地区のメッシュ・マップ

20	A	A	G	G	A	G	G		A	A	A	G	G	A	A	A	G	A	B	
19	A	A	A	A	G	G	A	A	A	A	A	A	G	G	G	A	A	G	G	
18	A	A	A	A	A	A	G	A	G	A	A	A	A	A	G	A	G	G	B	
17	A	A	A	A	A	A	G		G	A	A	A	G	A	A	G	G	A	G	A
16	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
15	A	A	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A
14	A	A	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
13	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	A	G
12	B	A	A	G	G	A	A	A	A	A	A			A	A	A	A	A	A	A
11	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	A	B	B	A	A	A	A	A
10	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
9	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	
8	G	A	G	G	G	G	A	G	A	G	A	G	A	A	A	A	A	B	B	
7	A	G	G	G	G	A	A	A	B	B	A	A	A	G	A	A	B	A		
6	A	A	A	G	A	A	A	A	G	A	A	A	A	G	A		A	A	A	A
5	A	A	A	G	G	A	A	A		B	A	G	B	A	A	G	B	B	A	A
4	G	A	A	G	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	A	A
2	G	G	G	A	A	A	A	A	G	A	A	A	A	A	A	A	B	G	A	A
1	G	G	G	A	A	G	A	A	A	A	A	A	A	A	G	B	A	G		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

図8 シミュレーション結果(90分)

図中の下側の太いラインは、ブロック化構成要素の候補である緑地メッシュが数多く存在する地帯である。そこで、この線を仮定の防災緑地網整備地帯として、現状分析のためのシミュレーションを実施する。まず、風向を西風（図中、上から下方向へ）とし、出火点を、風上のS〔6, 15〕に想定した。そして、単位時間を5分、風速を10m/sとしてシミュレーション実験を試みた。図8に、出火から90分後のメッシュ・マップを示す。

この図で、緑地メッシュで濃い網掛け（G）は”炎上”を、淡い網掛け（G）は”立ち消え”を意味している。延焼エリアにある緑地メッシュで、”炎上”となったものは6個ある。”立ち消え”，”非燃”となったものは、7個、および13個である。”炎上”となった6個のメッシュについて、その座標と諸パラメータを、シミュレーション時のデータ・ウィンドウに表示された値をもとに整理したのが表4である。メッシュ座標〔1, 8〕,〔4, 12〕,と〔5, 12〕は、緑地高さが低いことによる炎上で、〔2, 7〕,〔6, 8〕,および〔8, 8〕は、火炎高さが大きいことによる炎上となっていることがわかる。

(2) 支援システムによる整備計画案の提示
このシミュレーションの結果を基に、本システムの支援システムとしての機能を活用した防災緑地網整備計画案の構成を試みる。ここでは、

- i) 炎上した緑地メッシュの整備計画
- ii) 仮想線に沿っての防災緑地網の整備計画について検討する。

i) については、表4に示した6つの緑地メッシュに対して、”立ち消え”，ないしは”非燃”となる整備を考える。〔4, 12〕,〔5, 12〕の緑地メッシュは、仮想線からは離れているが、風上にあり、延焼速度に影響する可能性があると考え、検討対象に加えた。表4のデータに加え、輻射受熱量のデータを採取し、それらに基づいて、緑地の高さが低

いメッシュについては、高さの改良と緑地建ベイ率（樹木量）の増大化を考え、火災の高さが大きいところでは、緑地建ベイ率の増大化による後方距離の確保を考えた。表5に、これらのメッシュに対する整備計画案の一つを示す。

この案を、viコマンドで別ウィンドウ画面に開

表4 炎上メッシュのパラメータと火災高さ

座標〔I, J〕	〔1, 8〕	〔2, 7〕	〔6, 8〕	〔8, 8〕	〔4, 12〕	〔5, 12〕
緑地高さ h_g (m)	5.0	12.0	11.0	7.0	3.0	3.0
火災高さ h_a (m)	10.4	19.6	23.3	18.6	10.9	11.2
緑地建ベイ率(%)	51.0	40.0	52.0	42.5	60.2	76.0

表5 緑地メッシュ整備の構成案

座標〔I, J〕	〔1, 8〕	〔2, 7〕	〔6, 8〕	〔8, 8〕	〔4, 12〕	〔5, 12〕
緑地高さ h_g (m)	11.0	12.0	11.0	7.0	13.0	13.0
火災高さ h_a (m)	10.4	19.6	23.3	18.6	10.9	11.2
緑地建ベイ率(%)	60.0	80.0	90.0	90.0	85.0	85.0

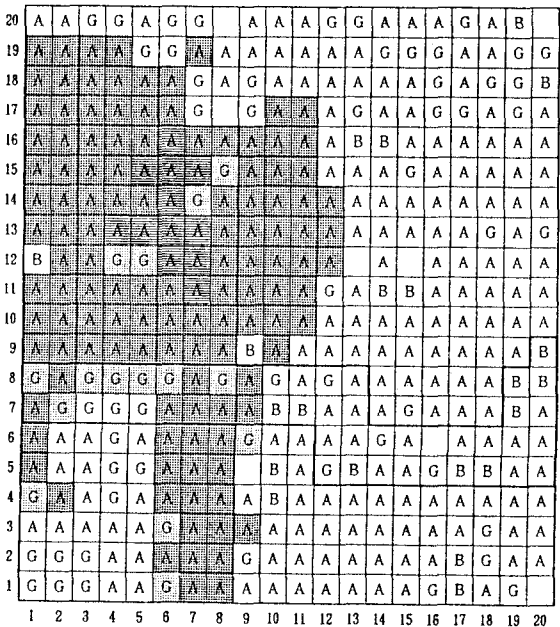


図9 緑地メッシュ整備計画案の評価（90分）

表6 可燃メッシュデータの表示による属性変更

座標〔I, J〕	〔1, 7〕	〔7, 8〕	〔9, 8〕	〔12, 7〕	〔13, 6〕	〔13, 7〕
木造建物完成比(%)	80.0	82.0	68.0	72.0	45.0	82.0
建ベイ率 (%)	70.2	60.0	88.0	70.2	76.2	62.0

いたデータ・ヘッダファイルを用いて修正し、シミュレーションを再実行した。図8と同じ90分後の結果を図9に示す。

この図で、まず、図8では”炎上”となっていた6個のメッシュは、計画通り全て”立ち消え”となっていることが確認でき、防災緑地の整備計画作成に本システムは有効であることが分かった。しかし、この整備では、火災は仮想線を越えて延焼している。ii)の課題は、その原因をこの図を検討し、明確にすることによって達成される。表6は、この原因を検討し、それらに対する対策として、仮想線の近傍の可燃メッシュに関するデータを画面に表示して考えられた防災緑地網としての整備計画の代替案の一つである。これらの案についても、上と同様の手続きでシミュレーションを実行し、その評価を直ちに行うことができる。この時、費用、実行可能性、景観性などが同時に検討できれば、よりよい防災緑地網の整備計画が作成できるだろう。

5. あとがき

本論文では、緑地メッシュを含む火災延焼のシミュレーション・システムのUNIX-C言語による開発を行い、それにもとまって獲得されたマルチタスク、マルチウィンドウ機能を活用した防災緑地網整備計画支援システムについて報告した。まず、既存のデータを活用するために、緑地データの追加法を提案するとともに、異なるオペレーション・システム間へのデータの転送を可能にする工夫をした。次に、整備計画の支援方法として、シミュレーション結果を見ながら、地域特性に合致した計画代替案を作成できるようにするために、マルチウィンドウによる視覚型、対話型のシミュレーション・システムとして構成した。

そして、伝統的環境地区である金沢市寺町地区を対象として、本支援システムを適用し、炎上した緑地メッシュに対しては、その詳細情報の表示ウィンドウを活用して、”立ち消え”の状態にする整備計画を作成する具体的な手順を示した。また、防災緑地網としての整備計画の代替案も、シミュレーション結果を詳細に検討し、ブロック化の不備点を発見

し、それを整備する方策を探究し、本システムのマルチタスク性を活用し、シミュレーションを直ちに実行することによって作成できることも示した。

今後の課題としては、シミュレーション中の風向の変更に伴う緑地メッシュの状態の確定アルゴリズムの拡張化がある。緑地メッシュの状態の確定には、風上の同時炎上奥行きが関係してくる。現システムでは、風方向をシミュレーション中は一定としているので、この判定は容易である。風向が変化したときには、このアルゴリズムの拡張が必要となる。もう一点は、緑地メッシュが”炎上”した後の取扱である。現システムでは、”可燃メッシュ”と同じ扱いをしているが、より現象に合致したモデル化が望ましい。また、防災緑地網を市街域全体で整備するより実用的な計画支援システムとしては、マルチウィンドウによる、広域シミュレーションと細密シミュレーションの連携を考慮したシステム構成も課題といえよう。

参考文献

- 1) 岩河信文：都市における樹木の防火機能に関する研究，建築研究報告，105，1984。
- 2) 日本火災学会編：火災便覧，共立出版，1984。
- 3) 木俣昇，二神透：大震時火災延焼シミュレーションシステムの要因分析による都市の耐火構造の研究，土木計画学・研究論文集，5，123～130，1987。
- 4) 木俣昇，二神透：広域火災延焼シミュレーションシステムによる地震火災危険の分析，電算機利用シンボ查読論文集，13，131～138，1988。
- 5) 二神透，木俣昇：火災延焼シミュレーション・システムによる都市のブロック化計画に関する基礎的研究，土木情報システムシンボ查読論文集，13，109～116，1989。
- 6) 木俣昇，二神透：避難場所の火災リスク評価に関するシステム論的研究，土木学会論文集，413，IV-12，49～55，1990。