

中学生の部【金賞】

暴風災害に備える
～建物の影響によるリスク評価と暴風ハザードマップ～

学校名：和泉市立和泉中学校

学 年：1 年

名 前：西 遥香

暴風災害に備える

～建物の影響によるリスク評価と暴風ハザードマップ～

和泉市和泉中学校 1 年 西 遥香

1. 要旨、概要

近年、台風や大雨による暴風が増えており、場所によっては突風が急に吹くこともある。建物の高さや、密集度によって、風の強さや風が吹く場所がどのように変化するかをシミュレーションし検討した。その結果から『建物の高さが高く、密集している方が、暴風のリスクが高い』ことがわかった。また、暴風災害に備えるためのハザードマップを作成した。『市の中心となる駅付近に高層の建物が多くリスクが高い。昔からある建物が多い地域では密集度が高くリスクが高い』ことが分かった。現在、地震や洪水のハザードマップは存在し公表されているが、近年増えている暴風に対するハザードマップは存在しない。暴風に対するハザードマップも作成され、自身の住んでいる地域のリスクを知っておくべきである。

2. 問題提起・研究目的

(1) 背景・動機

友人のマンションに遊びに行った際に、非常に強い風が吹き、自転車が倒れた。その後、公園に行った際には、先ほどのような強い風は吹かなかった。場所や、建物の有無、高さなどによって風の吹く強さが変わるのか調べてみたいと思った。また、風が吹きやすい場所を事前に見つけることにより、暴風に対するハザードマップが作成できるのではないかと考えた。

(2) 目的

建物の高さ、密集度、場所による風量の変化について検討すること。そこからリスク評価を行い、ハザードマップを作成すること。

3. 研究の方法

(1) 使用機器(図-1)

レゴブロック(建物模型)、ハンディファン(SLKY WIND Mobile 3.2)、風量計(GM 816)、PC、和泉市のマップ、Google Map

高さ	密集度	レベル	色
高	高	9	紫
高	中	8	赤
中	高	7	赤
低	高	6	赤
中	中	5	黄
高	低	4	緑
低	中	3	緑
中	低	2	青
低	低	1	青

(2) 方法

I. 実験概要(図-2)

レゴブロックで建物模型を作成し、配置した。ハンディファンで風を流し、風量計で風速を測定した。

1. 建物の高さ(低、中、高)
2. 建物の密集度(低、高)
3. 風向き(建物に対し平行、直角)

と変化させてそれぞれ測定した。

測定点は地上から 1cm、地上から 20cm、建物の隙間、建物の後ろなどに設定し、それぞれ 10 秒ごとに1分間測定した。

得られた結果から、建物の高さ、密集度、場所による風量の変化について検討した。(図-3)

II. リスク評価とハザードマップ(図-4)

和泉市の地図をホームページからダウンロードし、パワーポイント上にてマス目で分けた。建物の密集度を 3 段階に分けた。住宅の密集地を高、通常の住宅地を中、空き地などを低とした。Google Map から建物の高さを確認し、10 階建以上を高、3 ～10 階建を中、3 階未満を低の 3 段階に分けた。建物の密集度 3 段階、高さ 3 段階から計 9 段階にリスク評価をレベル分けし、それぞれ色分けした。マス目に色付けし、ハザードマップを作成した。

範囲は高石市、泉大津市の境界から和泉中央駅付近までとした。

図-1 使用機器



図-2 実験の概要

建物の高さ

低



中



高



密集度
低



高



計測方法



風向き
平行



垂直



図-3 風速測定点

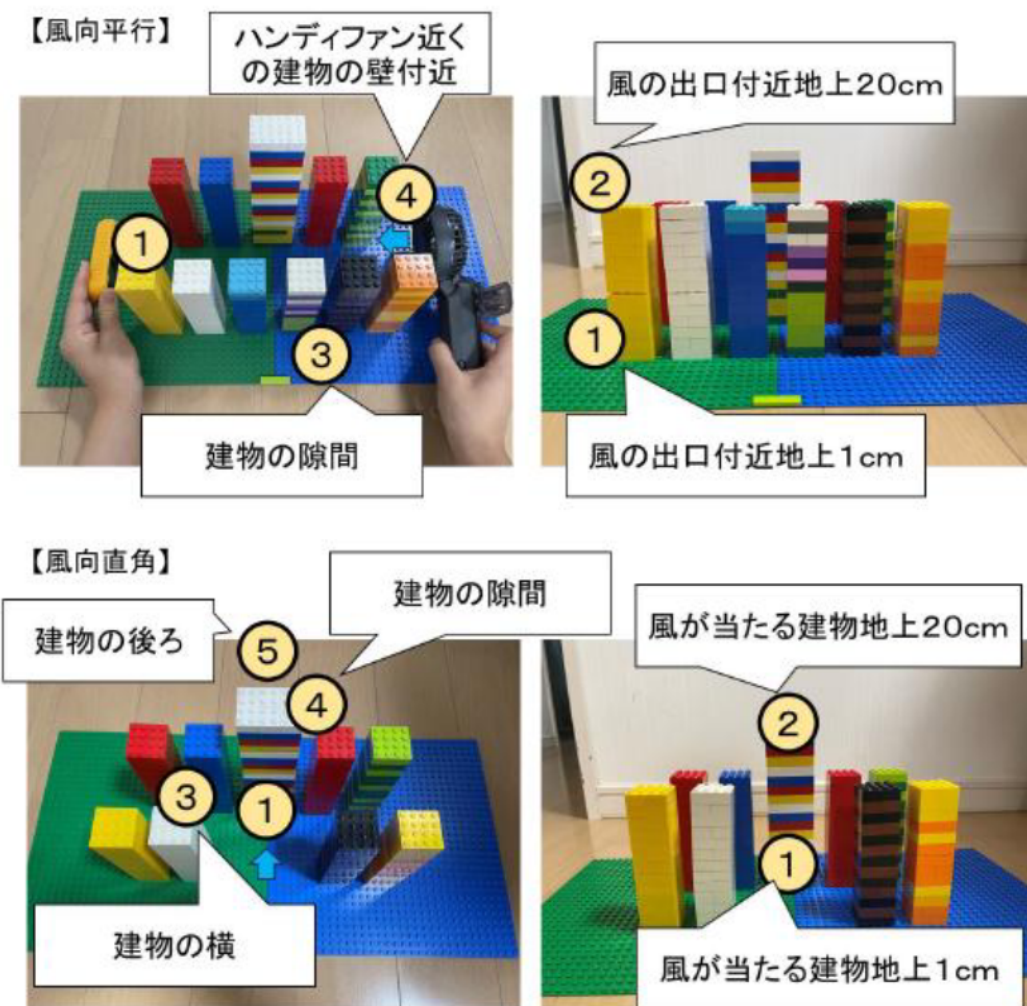
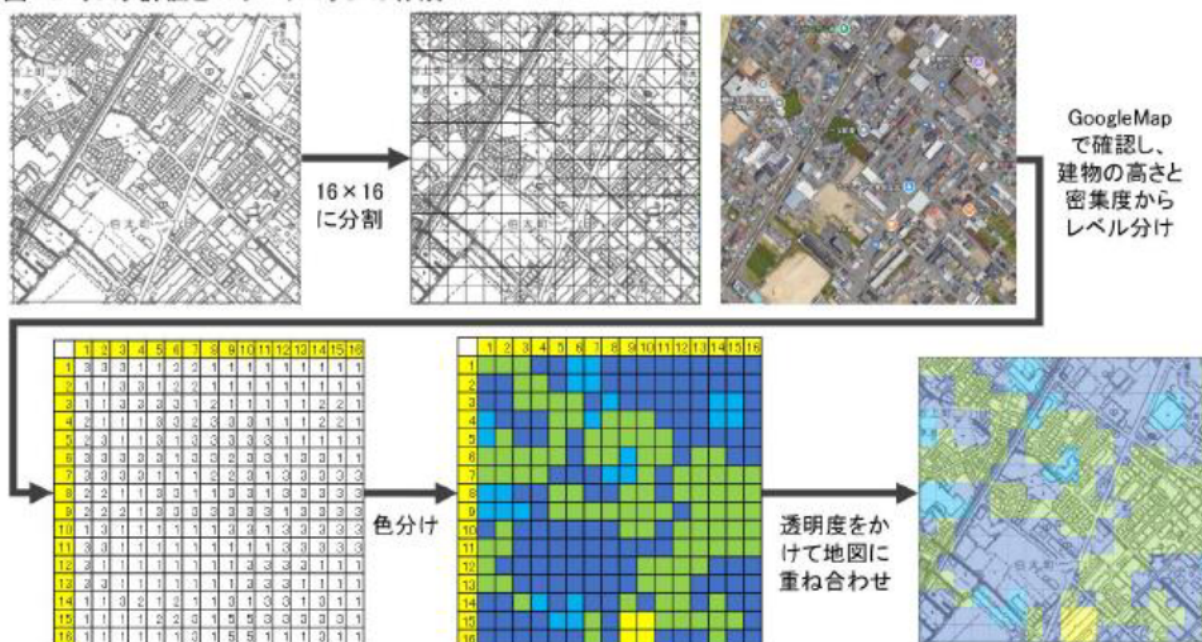


図-4 リスク評価とハザードマップの作成



4. 結果(表-1)

(1) 建物密集度高、建物高さ低、風向平行

測定点が地上から1cmでは風速3.9-4.1m/s(平均4.0m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の隙間では0.0m/sであった。ハンディファン近くの建物の壁付近では0.0m/sであった。

(2) 建物密集度高、建物高さ中、風向平行

測定点が地上から1cmでは風速3.4-3.8m/s(平均3.7m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の隙間では0.0m/sであった。ハンディファン近くの建物の壁付近では0.0-1.2m/s(平均0.3m/s)であった。

(3) 建物密集度高、建物高さ高、風向平行

測定点が地上から1cmでは風速4.1-4.3m/s(平均4.2m/s)であった。地上から20cmでは0.0-1.3m/s(平均0.3m/s)であった。建物の隙間では0.0m/sであった。ハンディファン近くの建物の壁付近では0.0-0.9m/s(平均0.4m/s)であった。

(4) 建物密集度低、建物高さ低、風向平行

測定点が地上から1cmでは風速3.6-4.0m/s(平均3.8m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の隙間では0.0m/s、ハンディファン近くの建物の壁付近では0.0m/sであった。

(5) 建物密集度低、建物高さ中、風向平行

測定点が地上から1cmでは風速3.2-3.6m/s(平均3.3m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の隙間では0.0m/s、ハンディファン近くの建物の壁付近では0.0m/sであった。

(6) 建物密集度低、建物高さ高、風向平行

測定点が地上から1cmでは風速2.8-3.6m/s(平均3.2m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の隙間では0.0m/s、ハンディファン近くの建物の壁付近では0.0m/sであった。

(7) 建物密集度高、建物高さ低、風向直角

測定点が地上から1cmでは風速1.2-2.1m/s(平均1.9m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の横では、0.0-1.8m/s(平均0.7m/s)であった。建物の隙間では2.3-2.6m/s(平均2.5m/s)であった。風が当たった建物の後ろでは0.0m/sであった。

(8) 建物密集度高、建物高さ中、風向直角

測定点が地上から1cmでは風速1.6-2.0m/s(平均1.8m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の横では、1.1-1.4m/s(平均1.2m/s)であった。建物の隙間では1.9-2.5m/s(平均2.1m/s)であった。風が当たった建物の後ろでは0.0m/sであった。

(9) 建物密集度高、建物高さ高、風向直角

測定点が地上から1cmでは風速2.7-2.9m/s(平均2.8m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の横では、1.4-1.6m/s(平均1.5m/s)であった。建物の隙間では2.5-2.9m/s(平均2.7m/s)であった。風が当たった建物の後ろでは0.0m/sであった。

(10) 建物密集度低、建物高さ低、風向直角

測定点が地上から1cmでは風速2.5-3.0m/s(平均2.7m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の横では、0.0-1.0m/s(平均0.7m/s)であった。建物の隙間では1.7-2.1m/s(平均1.8m/s)であった。風が当たった建物の後ろでは0.0m/sであった。

(11) 建物密集度低、建物高さ中、風向直角

測定点が地上から1cmでは風速2.4-2.7m/s(平均2.6m/s)であった。地上から20cmでは0.0m/sであった。建物の横では、1.1-1.5m/s(平均1.3m/s)であった。建物の隙間では2.0-2.3m/s(平均2.2m/s)であった。風が当たった建物の後ろでは0.0m/sであった。

(12) 建物密集度低、建物高さ高、風向直角

測定点が地上から1cmでは風速2.5-2.9m/s(平均2.8m/s)であった。地上から20cmでは1.4-1.5m/s(平均1.5m/s)であった。建物の横では、1.0-1.4m/s(平均1.2m/s)であった。建物の隙間では3.0-3.2m/s(平均3.1m/s)であった。風が当たった建物の後ろでは0.0m/sであった。

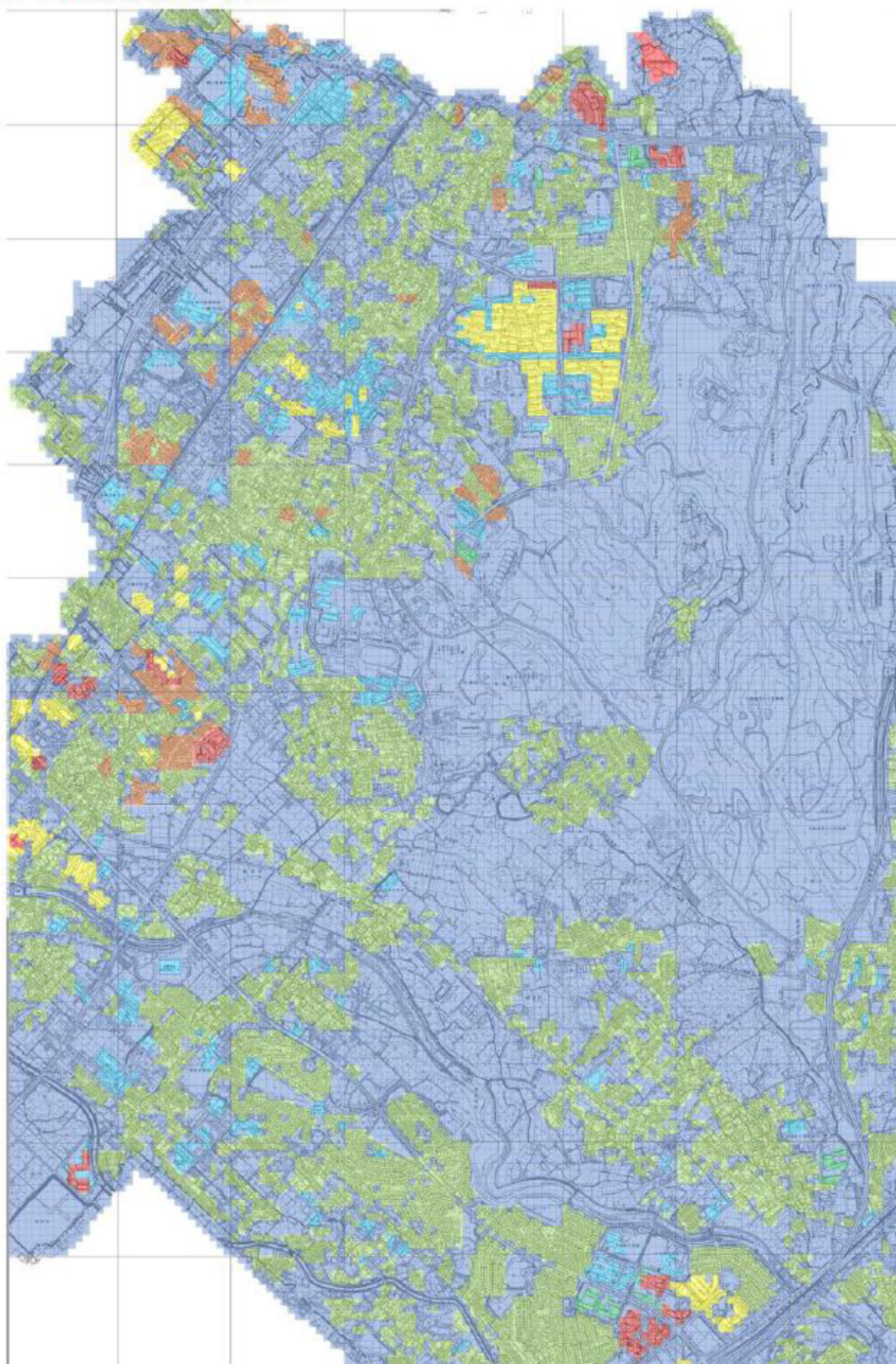
(13) リスク評価とハザードマップ

和泉市は高さの低い建物が多く、レベルは1-3が多かった。高層建物は、和泉府中駅や和泉中央駅に多く、レベル7や8があった。また、住宅密集しているような地域(レベル6)は海側に多かった。レベル9は存在しなかった。

表-1 各条件での風速測定結果

(1) 密集度高、建物低、風向平行							(2) 密集度高、建物中、風向平行							(3) 密集度高、建物高、風向平行						
	10s	20s	30s	40s	50s	60s		10s	20s	30s	40s	50s	60s		10s	20s	30s	40s	50s	60s
①地上1cm	3.9	4.1	4.1	4.0	4.0	4.0	①地上1cm	3.4	3.7	3.6	3.8	3.7	3.7	①地上1cm	4.1	4.1	4.1	4.2	4.3	4.3
②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.7
③建物の隙間	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	③建物の隙間	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	③建物の隙間	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
④ハンディファン近くの建物の壁付近	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	④ハンディファン近くの建物の壁付近	1.2	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	④ハンディファン近くの建物の壁付近	0.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7
(4) 密集度低、建物低、風向平行							(5) 密集度低、建物中、風向平行							(6) 密集度低、建物高、風向平行						
	10s	20s	30s	40s	50s	60s		10s	20s	30s	40s	50s	60s		10s	20s	30s	40s	50s	60s
①地上1cm	3.7	3.6	3.6	3.8	4.0	3.9	①地上1cm	3.6	3.4	3.3	3.2	3.3	3.2	①地上1cm	3.6	3.2	3.0	3.3	2.8	3.1
②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
③建物の隙間	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	③建物の隙間	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	③建物の隙間	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
④ハンディファン近くの建物の壁付近	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	④ハンディファン近くの建物の壁付近	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	④ハンディファン近くの建物の壁付近	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(7) 密集度高、建物低、風向直角							(8) 密集度高、建物中、風向直角							(9) 密集度高、建物高、風向直角						
	10s	20s	30s	40s	50s	60s		10s	20s	30s	40s	50s	60s		10s	20s	30s	40s	50s	60s
①地上1cm	1.2	1.8	2.1	2.1	2.1	2.0	①地上1cm	1.5	1.6	2.0	1.9	2.0	1.8	①地上1cm	2.8	2.8	2.7	2.7	2.8	2.9
②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
③建物の隙間	1.4	0.8	0.0	0.0	0.0	1.8	③建物の隙間	1.4	1.1	1.3	1.1	1.1	1.2	③建物の隙間	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5
④建物の隙間	2.3	2.5	2.3	2.5	2.6	2.6	④建物の隙間	2.5	2.4	2.0	2.0	1.9	1.8	④建物の隙間	2.9	2.5	2.6	2.8	2.7	2.7
⑤建物の後ろ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	⑤建物の後ろ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	⑤建物の後ろ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(10) 密集度低、建物低、風向直角							(11) 密集度低、建物中、風向直角							(12) 密集度低、建物高、風向直角						
	10s	20s	30s	40s	50s	60s		10s	20s	30s	40s	50s	60s		10s	20s	30s	40s	50s	60s
①地上1cm	2.7	2.6	2.5	2.7	2.5	3.0	①地上1cm	2.4	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	①地上1cm	2.5	2.8	2.8	2.7	2.8	2.9
②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	②地上20cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	②地上20cm	1.4	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5
③建物の隙間	0.0	0.9	1.0	0.8	0.9	0.8	③建物の隙間	1.3	1.2	1.1	1.4	1.5	1.5	③建物の隙間	1.2	1.1	1.2	1.4	1.3	1.0
④建物の隙間	2.1	1.7	1.8	1.7	1.8	1.8	④建物の隙間	2.3	2.3	2.2	2.3	2.1	2.0	④建物の隙間	3.1	3.2	3.0	3.0	3.0	3.2
⑤建物の後ろ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	⑤建物の後ろ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	⑤建物の後ろ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図-5 作成した暴風ハザードマップ



5. 考察

(1) 建物の高さの違いについて(図-6)

結果(1)と(3)を比較すると、地上から1cmの測定点では建物の高さが高い方が、風速の平均値が高かった。これは風の逃げ場が無くなったことによって風が集まり強い風になったと考えられる。

また、地上20cmの測定点では建物の高さが高い時は風が吹いていたのに対し、建物の高さが低い時は風が吹いていなかった。これは、建物を伝って風が上昇したためであると考えられる。風向が直角の時も建物の高さが高い場合に同様の現象が見られた。

(2) 密集度の違いについて(図-7)

結果(1)と(4)の地上1cmの測定点を比較すると、建物の密集度が高いほど風速が強くなった。同様に結果(3)と(6)地上1cmの測定点を比較すると、建物の密集度が高いほど風速が強くなった。これらのことより密集度が高いほど風が強くなると言える。これは風の逃げ場が無くなったことによって風が集まり強い風になったと考えられる。

(3) 風向の違いについて(図-8)

風向が平行の時に比べ、直角の時の方が建物の横や隙間などでも風が吹いていた。これは、風が建物に当たることによって風向が変わったためであると考えられる。また、建物の高さが高いほどそれぞれの場所での風速が強くなった。これは、風の逃げ場が狭くなったことによるものと考えられる。

(4) 場所による違いについて(図-9)

風向が建物と平行の場合は風の通りの風速が強くなる。直角の場合は建物の横や隙間などに流れ込むが、隙間が狭いほど強い風になると考えられる。また、風が当たった建物の後ろではほぼ風は吹かないと考えられる。

(5) リスク評価とハザードマップについて

駅付近は交通アクセスが良く、高層マンションなどが増えている。また、密集度も高い。その他、市役所や、ショッピングセンターなども駅付近に多い。そのため、高い建物が多くなっており、暴風のリスクが上がっていると考えられた。

海側の方が住宅密集地は多くなった。これは和泉中央駅付近がここ数十年で開発された場所で、

道路の道幅が広く、バリアフリーを意識した設計がされているからだと考えられる。一方海側は昔からの建物が多いため、密集地が多いと考える。密集という点では、海側の方がリスクが高いと考える。

風向については、どちらの方向から風が吹くかは予測しにくい。風向によるハザードマップへの反映は難しい。建物の高さや密集度からであればリスク評価できると考えられる。特に建物の高さによる影響が強いと考えられる。

6. 結論

建物の影響によって、風の強さや風が吹く場所がどのように変化するかをシミュレーションし検討した。この実験から、建物の高さが高く、密集している方が、暴風のリスクが高いことがわかった。また、そのシミュレーション結果を踏まえ、暴風災害に備えるためのハザードマップを作成した。市の中心となる駅付近に高層の建物が多くリスクが高い。昔からある建物が多い地域では密集度が高くリスクが高いことが分かった。現在、地震や洪水のハザードマップは存在し公表されているが、近年増えている暴風に対するハザードマップは存在しない。暴風に対するハザードマップも作成され、自身の住んでいる地域のリスクを知っておくべきと感じた。今回の結果を踏まえ、今後は暴風災害に対する減災を考えていきたい。

7. 参考文献

1. 勝田 高司、村上 周三、上原 清:市街地低層部における風の観測、日本建築学論文報告、231巻、p.81-88、1975.5

図-6 建物の高さによる違い



図-7 密集度による違い

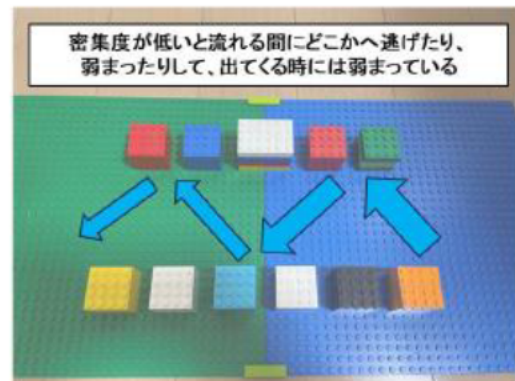


図-8 風向による違い

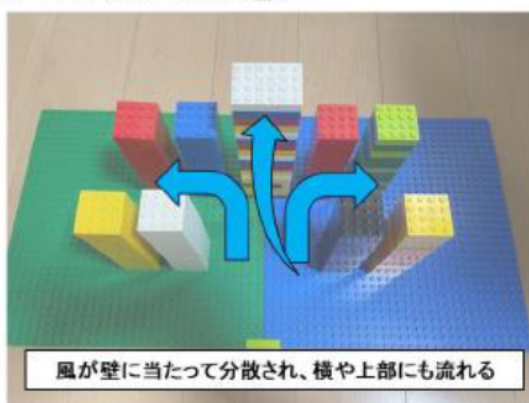


図-9 場所による違い

