

(47) 多点配置型のセンサを利用した簡易気象観測システムの可能性

Possibility of the simple weather observation system by multipoint Sensor

齋藤 修¹・山田貴弘²・中嶋紀夫³・桑原祐史⁴

Osamu Saitou, Takahiro Yamada Norio Nakajima, and Yuji Kuwahara

抄録:近年, 日本において短時間での豪雨, 大型の台風の襲来が顕著である. CO₂増加による温暖化がこれらの異常気象をもたらしていると考えられる. 最近, 顕著になった局所的な豪雨に関しても様々な研究がなされ, さまざまな観測システムが確立されつつある. また茨城県のつくば市では2012年5月6日に竜巻や突風が発生し大きな被害をもたらした. しかし, 短時間の気象変化を予測して, 地域住民に報告するシステムは複雑で大型化し構築が難しい.

茨城県ではCO₂センサや, 温度, 湿度センサをシステム化して電子百葉箱とした「茨城県CO₂グリッド」によるセンサネットワークシステムの配置を進めている. 本システムはさまざまなセンサを搭載しており, CO₂, 温度, 湿度, 気圧, 風向・風速データを常時観測している. 本研究では気圧測定に注目し, 多点広域で気圧データを収集することで, 短時間の気象変化予想の可能性を検討したものである.

キーワード: 気圧センサ モニタリング 集中豪雨 竜巻

Keywords : Barometric Pressure Sensor, Monitoring, Heavy rain, Tornado

1. はじめに



図-1 酒沼川の越水(2012年5月4日)

2011年5月は様々な災害が茨城県を襲った月である. 5月4日は低気圧通過による豪雨により茨城町の酒沼川では, 酒沼大橋付近の堤防が50~80mにわたって決壊した. また茨城町上石崎地先(酒沼大橋左岸)において, 酒沼川から周辺の水田に越水した(図-1参照). そして2日後の5月6日午後1時ごろ, 茨城県つくば市北



図-2 つくば市北条地区(2012年6月14日)

条付近で突風が発生し, 住宅が全壊するなど大きな被害が発生した(図-2参照). 気象庁は5月7日この突風現象を竜巻と推定, 突風の強さを表す「藤田スケール」では, 6段階のうち上から4番目の「F2」に当たる威力とした¹⁾. このように突発的な気象変化による災害予測は重要であるが, 非常に難しいのが現状である. 筆者らは小型で安価なセンサ IC タグを多点に配置して環境情報を可視化する研究を進めてきた²⁾. 今回, 「茨城県CO₂グリッド」を利用した多点気圧測定システムによる

- 1 : 正会員 工博 茨城大学工学部防災セキュリティ教育研究センター 特命准教授
(〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1, Tel :090-2157-2165, E-mail : o-saitou@ijsnet.ne.jp)
- 2 : 学生会員 茨城大学 工学部都市システム工学科
- 3 : (株)ユードム
- 4 : 正会員 工博 茨城大学 准教 広域水圏環境科学教育研究センター

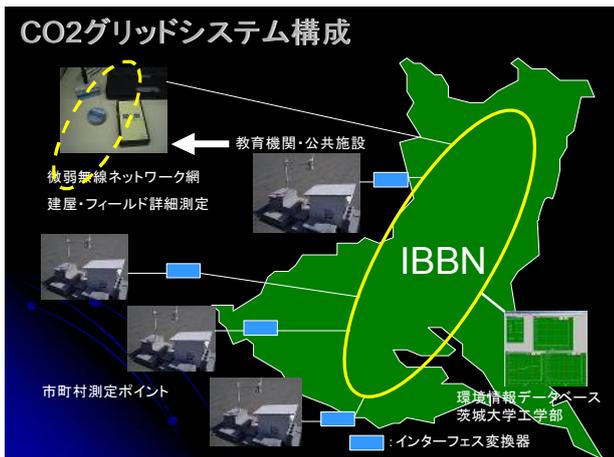


図-3 茨城県 CO₂ グリッド概要図

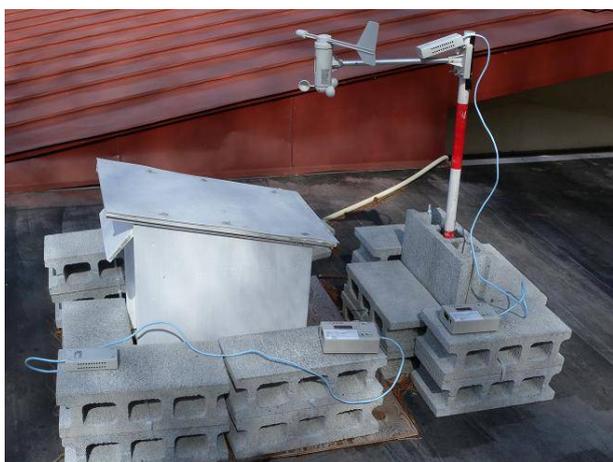


図-4 電子百葉箱外観



図-5 気圧センサ

表-1 気圧センサ仕様

型式	Setra MODEL276
測定範囲	800～1100hPa
精度	±0.25%FS
補償温度	0～55℃
使用温度	-20～80℃

簡易気象観測システムの可能性について検討した。

1. 茨城県 CO₂ グリッドの気象予報への応用について

茨城大学では茨城県内の CO₂ レベルの可視化を実現し、県民すべてが CO₂ レベルの認識を得ること目的として CO₂ センサを多地点・高密度に設置する「茨城県 CO₂ グリッド」を 2003 年より進めてきた³⁾。図-3 に茨城県 CO₂ グリッド構成図を示す。2007 年より茨城県日立市の茨城大学工学部に CO₂ 測定を主目的として図-4 に示す「電子百葉箱」を設置した。これらを多数県下の自治体、教育機関などに設置して県内地域の CO₂ レベル可視化を実現するのが「茨城県 CO₂ グリッド」である。本システムの目的は、環境情報を可視化し合わせてそのデータを効率良く収集し解析して、その結果として地域の環境の状況を把握して住み良い暮らしへの適用性を検討する一つの指標をつくることであり、温暖化対策の可能性を探るものである。また環境に配慮した都市計画への応用も可能である⁴⁾。2012 年 7 月現在、日立、守谷、古河、大子、築西、筑波、ひたちなか、潮来、高萩の 9 拠点に設置が実現し、順調に稼働している。

2. 電子百葉箱

茨城県下の自治体の各地域に設置される電子百葉箱には外付けで、風向・風速計を取り付け、風向・風速による影響も合わせて測定が可能である。また温度・湿度センサに加え、気圧計をオプション(電子百葉箱には標準装備)として取り付け、PC(パーソナルコンピュータ)を利用したデータの連続測定を可能にした。茨城県内に配置される電子百葉箱により測定された CO₂ や気象データは一日ごとに電子ファイルに纏めデータベース化される。電子百葉箱で使用した気圧センサの仕様を表-1、気圧センサ外観を図-5 に示す。

3. 集中豪雨や突風発生メカニズムと気象との関連

気象学的に集中豪雨の定義は無く、比較的短時間に狭い区域で多量に降る雨のことを言う。どのくらいの範囲に、何時間に何ミリ以上降った場合を集中豪雨というのかという定義も無い。

集中豪雨発生のメカニズムについては、「2008 年 8 月末豪雨」について分析資料が発表されている⁵⁾。これらの分析結果から、集中豪雨が複雑な、地球規模での気象変化の影響を受けることが理解できる。また、気候変動の影響も出ているものと思われる。また日本における山岳地域のような複雑な形状や条件を持つ地域は、地形の影響を受けて雨域が変動する⁶⁾。都市部においては近年のヒートアイランド現象や、都市構造など様々な影響を受けながら集中豪雨が発生する。

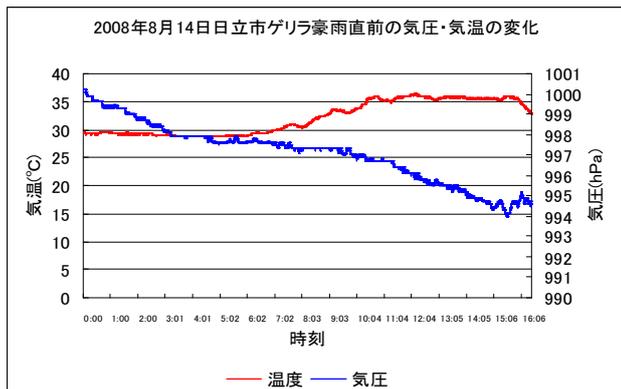


図-6 電子百葉箱が捉えた気圧と温度の変化

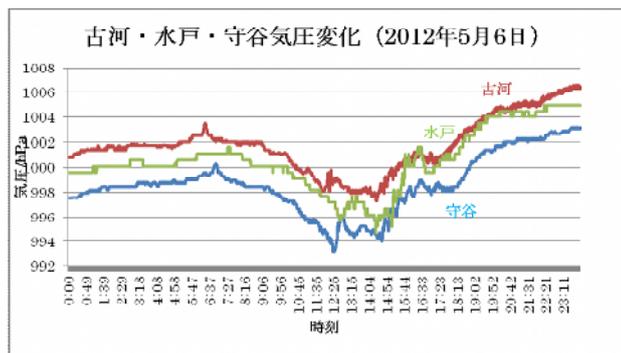


図-7 電子百葉箱が捉えた気圧の変化



図-8 水位センサ(河川取り付け時)

同じように、突風も前線、寒気や暖気の移流等による不安定な気象要因により発生するケースが多く、全体の約60%を占めている。次いで、低気圧や台風・熱帯低気圧が要因として続く⁷⁾。このような特異な気象変化は低気圧の発生や前線の影響等気圧の変化に現れると考えられる。

3. 茨城県での集中豪雨・突風の発生時のデータ

本研究のきっかけとなったのが茨城県多賀地区の2008年8月14日の集中豪雨である。午後4時過ぎに降雨が始まり、約30分で50mm以上の降雨量であった。午後4時30分からの1時間の間では83.5mmを記録し、8月の市における1時間雨量の記録を更新した。この結果、日立市内でも、8月14日には、県道日立笠間線のJR日立多賀駅付近のアンダーパスで、3台の乗用車が水没するという事故が発生した。また、8月28日から29日にかけて、東海・関東、中国地方と広い範囲で集中豪雨が発生した。電子百葉箱が捉えた8月14日の集中豪雨直前(ゲリラ豪雨とグラフ表示)の気圧と気温に注目したグラフ変化を図-6に示す。前日深夜から降雨直前までの気圧変化が確認できる⁸⁾。また、2012年5月6日につくば市条北地区で竜巻が発生し、この地区に大きな被害をもたらした。電子百葉箱はこの時の気圧変化、温度・湿度の変化を多点で測定した。図-7に竜巻発生時の古河・水戸・守谷の3観測点の気圧デ



図-9 水位センサ(路面取り付け時)

ータを示す。気圧の高さに注目すると竜巻の発生地点

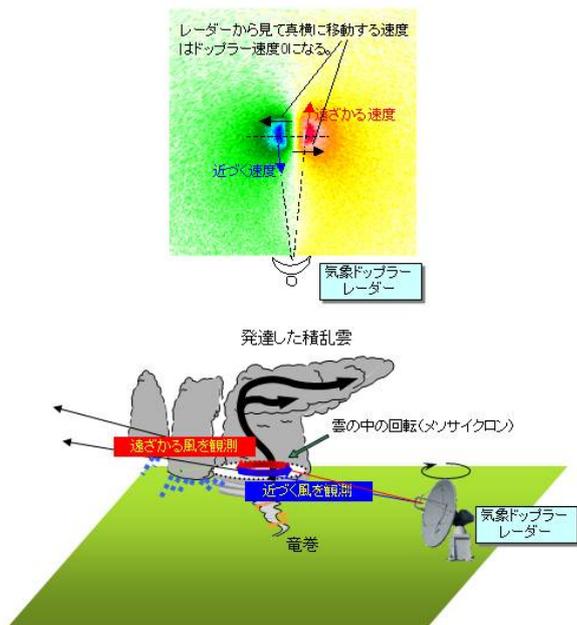


図-10 気象ドップラーレーダーによる観測
(気象庁ホームページから)

であるつくば地区に近い守谷市の気圧データが最も低く、気圧の変化に着目すると3測定点共に同じパターンで時間とともに変化していることが読み取れる。3観測点以外の観測点のデータは順次回収を行い、分析する予定である。

4. 環境情報可視化の必要性について

2012年7月12日西日本から東日本にかけて大気が非常に不安定な状態になり、北九州では激しい雨が降り続き、気象庁は「熊本県と大分県を中心に、これまでに経験したことのないような大雨になっている」と発表し、この地域の住民へ厳重な警戒を呼びかけた。このような災害では土砂災害、低地の浸水、河川の増水や氾濫への警戒や竜巻などの激しい突風への注意が必要であるが、住民の安全を守る防災の観点から環境情報の可視化は重要である。小型で低価格なセンサICタグ等を利用し、たとえば多点で水位センサを配置すれば内水氾濫や河川増水の監視や避難情報の発令に有効である。茨城大学工学部では2012年7月から日立市内に水位センサを取り付け内水氾濫監視システムを実験的に立ち上げ、降雨時の水位をリアルタイム監視している(図-8, 9参照)。

さまざまなセンサが環境情報を常時観測し、リアルタイムで防災センターに情報を送信することにより、住民はインターネットや携帯端末、自治体の公共システムを利用して常に災害に対する情報を取得でき安全・安心な暮らしを築くことが出来ると確信する。

5. 結論

集中豪雨の予測精度向上については、気象庁を始め

として、様々技術開発が行われている。また、突風や竜巻の予測は非常に難しくドップラーレーダー等の整備が必要であるが高価である(図-10参照)。本研究は、これらの予想技術開発において新しいパラメータを提示するためのシステムである。現在の集中豪雨、突風や竜巻の予報精度向上のための補助手段となりうるものであると確信する。また本システムは本年度Webサイトでのデータ公開を目標として、ネットワーク環境の整備を進めているものである。気圧による集中豪雨の発生予想については、電子百葉箱を利用した集中豪雨時のデータと気象庁や民間の公開気象データとあわせて解析を進めて行くものである。

参考文献

- 1) 国土交通省気象庁 竜巻ポータルサイト～平成24年5月6日に発生した竜巻について～
- 2) 齋藤 修, 桑原 祐史, 村上 哲, 安原一哉: センサICタグを核としたアンビエントネットワークの地盤技術への応用, 地盤工学会誌 第58巻 第5号(2010), Vol.58, No.5, Ser. No.628, pp. 10-13, 2010
- 3) 宮部紀之・桑原祐史・齋藤 修・安原一哉: 茨城大学工学部周辺を対象とした生活環境圏におけるCO₂測定システムの構築, 土木学会関東支部第35回技術研究発表会講演概要集, VII-69, 2008.
- 4) 齋藤 修・桑原祐史・安原一哉・宮部紀之: 茨城県CO₂グリッド構想に関する検討, 社団法人土木学会土木情報利用技術論文集, Vol.17, pp.219-224, 2008.11.
- 5) 気象庁: 「平成20年8月末豪雨」等をもたらした大気の流れについて, 報道発表資料, 平成20年9月12日
- 6) 阿部 涼一・鈴木 善晴・長谷部 正彦: メソ気象数値モデルによる集中豪雨の発生・維持機構に関する研究, 土木学会第31回関東支部技術研究発表会講演概要集, 2004.
- 7) 国土交通省気象庁 ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 8) 齋藤 修, 安原一哉, 桑原 祐史, 宮部紀之: 気圧センサICタグの開発による簡易気象観測システムの実現: 土木学会第17回地球環境シンポジウム講演集, Vol.17, pp.13-17, 2009.9.