

2013. 10. 3

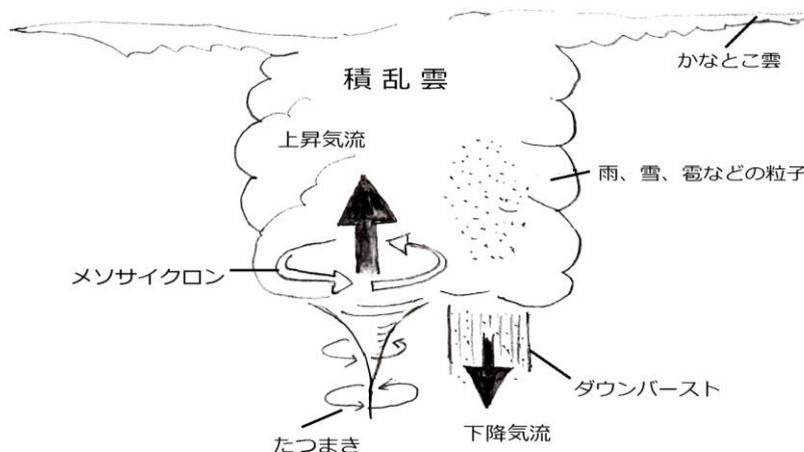
兵庫県高等学校教育研究会科学部会  
理科実習教員部会

1000年に一度といわれる稀にみる猛暑が、何日も何日も続いた夏もようやく終わり、・・・?と思いきや、各地で、豪雨が猛威をふるっています。さて、9月2日埼玉県、千葉県で、たつまきが人や家屋に大きな被害をもたらしました。また、台風18号にもなって、各地で10個ものたつまきの発生が報じられています。10年ほど前、前任校での体育祭の折、グラウンドに現れたつむじ風が、どんどん大きくなり、あっという間に、生徒のTシャツやタオルを巻き上げ、テントも飛ばされないよう、みんなで押さえたことを思い出しました。これが、たつまきと信じていたのですが、ほんとうのたつまきはこんな程度のもではなかったのです。今回はこの“たつまきが発生するしくみ”に迫ってみたいと思います。

また、「洗い物あれこれ」では、超音波洗浄器の便利な使い方のコツを紹介します。さらに、8月に関西学院大学で開催された全国理科教育大会の参加報告をしたいと思います。全国大会では、暑い中、多くの先生方にお手伝いいただきありがとうございました。

## 「たつまきが発生するしくみ」

たつまきとは、積乱雲や積雲にともなって発生する鉛直方向に強い上昇気流をもった激しい渦巻きです。雲の底からたれ下がるように、漏斗状や柱状の雲（漏斗雲）ができ、海面や地面から巻き上げた水滴やちりや砂などが尾のように立ち上がり、これらが繋がって、漏斗状の雲の軸がまっすぐ、または曲がりくねった形で見えます。雲底に近いほど太く、地上に近いほど細くなります。



たつまきが発生するには、らせん状に集まる風（回転流）と強い上昇気流が必要です。回転流は、地表付近で逆方向から吹いてくる寒気と暖気がぶつかって生じます。強い上昇気流は、低気圧に伴う寒気の流入により暖気が押し上げられることで生じます。とくに大きなたつまきを生じるような巨大な積乱雲（スーパーセル）の内部には、直径数 km 程度の上昇する気流の渦（メソサイクロン）が発達することがわかっています。このメソサイクロンの強い上昇気流が、地表付近でできた回転流を引き伸ばして、たつまきに成長させていくのではないかと考えられています。

たつまきは台風や寒冷前線、寒気の流入など、局地的に大気の状態が非常に不安定な場合に多く発生しています。日本では、台風に伴うたつまきは、太平洋沿岸に、冬季のたつまきは、日本海沿岸に集中しています。

たつまきの直径は数十～数百メートルで、数キロメートルに渡って移動し、被害地域は帯状になる特徴があります。

たつまきの規模を表わす指標は、シカゴ大学の藤田哲也博士により考案され、「藤田スケール」または「Fスケール」と呼ばれています。被害が大きいほどFスケールの値が大きくなり、これにより、たつまきの被害状況からだいたいの風速を推定できるようになっています。日本でF4以上のたつまきは観測されたことはありません。（気象庁ウェブサイトより）

F-スケール	名称	木造住宅の被害	風速
F0	微細な竜巻	ちょっとした被害	17～32(m/s)
F1	弱い竜巻	瓦が飛ぶ	33～49(m/s)
F2	強い竜巻	屋根をはぎとる	50～69(m/s)
F3	強烈な竜巻	倒壊する	70～92(m/s)
F4	激烈な竜巻	分解してばらばらになる	93～116(m/s)
F5	想像を絶する竜巻	跡形もなく吹き飛ばす	117～142(m/s)

たつまきの他に、発達した積乱雲からは、ダウンバースト、ガストフロントといった、激しい突風をもたらす現象が発生します。

ダウンバーストは、積乱雲から吹き降ろす下降気流が地表に衝突して水平に吹き出す激しい空気の流れです。吹き出しの広がりや数は数百メートルから十キロメートル程度で、被害地域は円形あるいは楕円形など面的に広がる特徴があります。

ガストフロントは、積乱雲の下で形成された冷たい（重い）空気の塊が、その重みにより温かい（軽い）空気の側に流れ出すことによって発生します。水平の広がりや数はたつまきやダウンバーストより大きく、数十キロメートル以上に達することもあります。

また、前任校で経験したものは、たつまきとよく似た現象ですが、「じん旋風」というものでした。たつまきのように渦を巻き砂やちりを巻き上げる数メートルほどの渦巻きで、グラウンドや広場などでよく見られ、つむじ風といわれています。これは、たつまきと同じように鉛直に立ち上がる強い渦巻きですが、発生のおよびがたつまきとは違います。じん

旋風は、地表付近の空気が非常に不安定な状況、例えば晴れた日の昼間などに太陽によって地面が強く暖められることで、上昇気流が起こり、建物や地形の影響で乱れて空気の流れが渦をまくことによって発生します。たつまきは積乱雲や積雲などともなる雲が必ずありますが、じん旋風は雲がなくても発生します。じん旋風はスケールも小さく、たつまきとは全く別の現象として区別されています。

次に、たつまき発生の予報ですが、メソサイクロンをレーダーで見つけ、雨量や大気の状態をもとに雨雲の発達状況の指標[突風危険指数]を算出し、基準を上まわると注意情報が発表されます。‘竜巻発生確度ナウキャスト’や‘竜巻注意情報’では、「激しい突風」をイメージしやすい言葉として「竜巻」を使っていますが、ダウンバーストやガストフロントに対する注意も含まれています。ただ、実際には、9月2日には、メソサイクロンの観測とほぼ同時に、たつまきが発生しましたが、4日には、メソサイクロンが観測されてもなかなかたつまきはできませんでした。また、スーパーセルでない積乱雲から、たつまきが発生することもあります。たつまきが発生するまで、場合によっては、あまり時間がないため、予測は難しいとされています。被害の状況を見てから、たつまきと認定することもあります。16日、台風18号に伴って、串本で発生した突風は海上たつまきと見られます。

しかし、たつまきが発生する前には、次のような現象が起こるといわれています。

黒い雲が近づき、急に暗くなる。

雹（ひょう）が降ってくる。

アーククラウド（ガストフロントの前面に沿って円弧状に形成される雲）が見える。

冷たい風を感じる。

雷鳴が聞こえる。

草むらや土の匂いがする。

耳鳴りがする。

では、実際に襲ってきたたつまきから避難するにはどうすればいいのでしょうか。屋外では、木や電柱から離れる、車庫やプレハブなどバラバラになりやすいところには避難せず、丈夫な一戸建てや、ビルなどの建物に逃げ込んだ方がよい。屋内では、1階や地下室に避難し、窓や雨戸、カーテンを閉め（ガラスが割れてもクッションの役割をして飛び散らない）、窓から離れ、丈夫な机の下などに入り、頭と首を両手で保護してください。バスタブやトイレのなかもよい。アメリカのたつまき被害を受けた地域では、家が吹き飛ばされてもバスタブだけが残っていることが多かったそうです。現在のように密閉された家屋では、風に吹き飛ばされるのではなく、なかの方が圧力が高いため、圧力の低い外側へ屋根や戸がひきはがされる状態になるので、気をつけたいところです。予報より先に襲ってくるかもしれません。前兆が見られたら、すぐ、避難を・・・

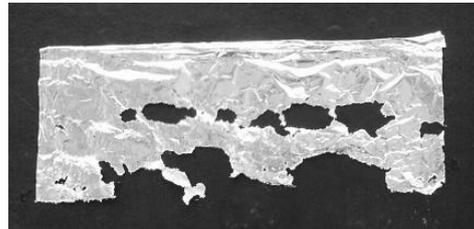
参考文献 気象庁HP 名古屋市科学館HP 気象庁パンフレット「竜巻等突風災害とその対応」  
気象庁「Fスケールとは」 SNNのHP 朝日新聞9月12日付朝刊 ウィキペディア  
福岡管区气象台HP 金沢地方気象HP NHKそなえる防災（小林文明）HP

## ※※ 洗い物あれこれ ※※ ～超音波洗浄機～

洗い物に関するアンケートでは、しばしば「超音波洗浄機を持っているが何に使っているのか分からない」「小型の洗浄機しかないので何も洗えない」「ちゃんと洗浄されているのかどうかよく分からない」等の回答が寄せられます。学校外では眼鏡やアクセサリーの洗浄に活躍する超音波洗浄機ですが、実験器具の洗浄にはなかなか活用できていないのではないのでしょうか。今回の『洗い物あれこれ』は超音波洗浄機を取り上げたいと思います。

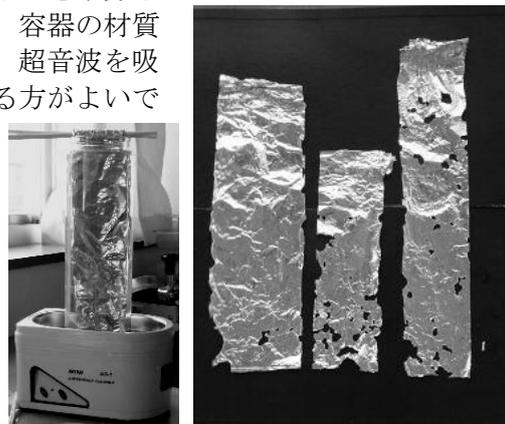
### 超音波洗浄機とは

超音波洗浄機の内部には、高周波の電力を振動に換え、強力な音波を発生させる装置が組み込まれています。超音波洗浄機による器具の洗浄はキャビテーションという現象を利用しておこなわれています(その他に液体分子の振動加速度、攪拌作用なども利用)。水中で船のスクリューが回転する時などに液体中に圧力が低い部分が生じると、水蒸気の発生や液体に含まれていた気体の膨張で気泡ができます。この現象をキャビテーション(空洞現象)といい、超音波が液中を伝わる時にもこれにより真空に近い状態の気泡が生まれます。この泡が壊れる際に出る大きな衝撃と熱が器具の汚れを落とします。写真は眼鏡の洗浄などに使われる小型の超音波洗浄機にアルミ箔を入れ数分洗浄したものです。泡の崩壊により箔にかなりの穴が開いています。キャビテーションは低い周波数のとき多く発生し、高い周波数では抑えられます(高周波数では液体分子の振動加速度は大きくなります)。学校ではキャビテーションが多く発生する周波数(28～45kHz)の洗浄機が使用され、精密機器などは、キャビテーションによるダメージが少ない振動加速度洗浄が主の高周波のものが使用されます。また、超音波洗浄機使用中に聞こえる音は超音波(可聴周波領域を超える(音)波)でなく、キャビテーションによって二次的に発生しているものです。



### 洗浄のコツと注意点

大型の洗浄機は高価なため、眼鏡洗浄に使用する程度の小型の機器しか持っていない学校も多いかと思います。水(液体)が入っていれば超音波は容器越しにも伝わっていくので、ピペットなど長い器具を器具全体が水に浸かる深い容器に入れたり、洗浄槽に直接洗剤を入れるのではなく、別容器に洗剤を入れ洗浄槽に浸けても十分な効果を得ることができます(次ページ図)。ただし、容器の材質や厚さによって超音波の伝わり方に差があるので、超音波を吸収するプラスチック容器よりガラス容器を使用する方がよいでしょう。写真はアルミ箔を左から順にペットボトル、トールビーカー、ガラスビンに入れ数分洗浄したものです。アルミ箔の槽に浸かっている部分にも穴があいていること、プラスチックよりガラスに、ビンよりガラスの薄いビーカーにより多くの穴があいていることが観察できます。また、アルミ箔には沢山穴のあいた場所と変化の少ない場所が見られます。超音波は液面で反射され戻ってくるため、波が重なって強められる部分(腹)と弱められる部分(節)ができ、キャビテーションの発生量にも差ができます。そのため、洗浄の際にはよく洗える部分と洗えない部分ができるのです。次の写真はイオウの同素体作成に使用した試験管ですが、一度の洗浄では付着したイオウがはがれる場所にむらができます。汚れの付着部分や器具の形状により、洗浄するものの位置や方向を変えて複数回



洗浄することで全体をきれいにすることができます。洗浄中に液を循環させたり、器具を揺り動かすことも効果があります。また、固着した汚れを取去ることができるので、スライドガラスについてのマニキュアをはがすのにも使えますが、ガラスが重なったままではキャビテーション気泡が汚れと接触しにくく、洗浄効果が落ちてしまいます。

超音波洗浄機を動かすためには洗浄槽にある程度の水が入っていることが必要です。低い水位や水を入れない状態で使用しないでください。ビーカーなどの容器を使用する場合は容器の底に空気が入りこんでいないか注意してください。超音波洗浄機は洗浄槽の底部から振動を伝える構造になっています。重みのあるものを直接洗浄槽に入れると振動の妨げとなってしまいます。備付けの網やビーカー受、金属製のザル等を利用してください。超音波洗浄機用の洗剤も販売されていますが、部品洗浄など工業用に使われることが多い機器であるため、油脂の洗浄に適した洗剤が多いようです。実験器具の洗浄に適した洗剤を選んでください。また、発火の危険があるので、洗剤の代わりに引火性の高い有機溶剤を使用しないようにしてください。

超音波洗浄機は洗浄以外にも、混ざりにくい試薬の攪拌にも使えます。使用方法を知り、工夫することで洗浄機の能力をうまく活用してください。

超音波洗浄機は洗浄以外にも、混ざりにくい試薬の攪拌にも使えます。使用方法を知り、工夫することで洗浄機の能力をうまく活用してください。

#### 参考文献等

- 岩波 理化学辞典 第5版 長倉三郎他編 株式会社岩波書店 ○よくわかる洗浄の周辺技術—環境保護リサイクルに向けて— 日本産業洗浄協議会編著 日刊工業新聞社
- 今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしい洗浄の本 日本産業洗浄協議会 洗浄技術委員会編著 日刊工業新聞社 ○Wikipedia
- 次の会社のHPも参考にしました

株式会社カイジョー <http://www.kaijo.co.jp/>

株式会社テックジャム <http://www.tech-jam.com/>

エコーテック株式会社 HP <http://www.us-dolphin.co.jp/>

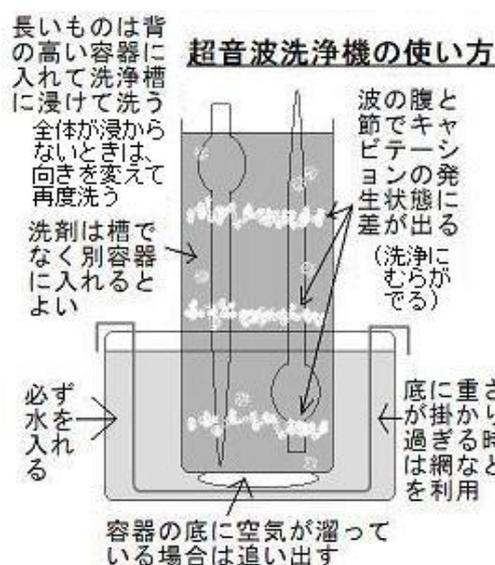
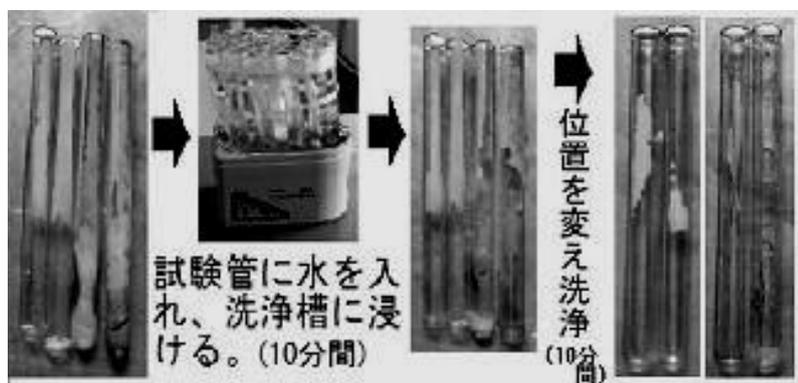
\*いろいろな器具の洗い方や自作洗浄器具については

『理科実習助手のための実験準備マニュアル 第3章 器具 1. 器具の管理・整理』  
『NETWORK バックナンバー(27、26、22、17号など)』にも記載されています。

\*「理科実習助手のための実験準備マニュアル」、「ネットワーク」のバックナンバーをご覧になりたい方は兵庫県高等学校教育研究会科学部会理科実習教員部会HP

<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/toppage.htm>

または、“実験準備マニュアル”で検索してください。



## 全国理科教育大会に参加して

平成 25 年 8 月 7 日～9 日に全国理科教育大会兵庫大会が、関西学院大学と県立西宮高等学校で開かれました。その中で、科学部会実習教員部会としてブースを出した科学の広場と、研究発表の実験実習分科会についてご報告します。



大会の二、三日目にありました科学の広場で展示したものは、他校の理科室を訪問した際に見つけたさまざまな便利道具などの写真、それと、いくつかの手作り道具です。これらは、兵庫県教育研修所主催の研修会で平成 12 年から毎年報告している企画、『理科室拝見』の写真等です。取材を初めて 10 年以上にわたり、その間に集めた多くの貴重な資料を全国の方にご紹介するすばらしい機会となりました。



三日目の午前中に行われた研究発表では、実験実習の第 8 分科会で、「ウズラの胚の観察」の実験紹介と、参加者に実際にウズラの卵を使って実習を行っていただきました。予想以上に多くの方が参加



していただきましたが、皆さん理科の教諭、実習教員なので、手際が良く、スムーズに作業が行われたと思います。心臓の拍動までどのくらいの方が観察できたかわかりませんが、休憩時間等に会場廊下に用意しておいた顕微鏡で、拍動を確認されたと思います。発表後に群馬県立藤岡中央高校の増田芳之先生に、指導助言をいただきました。また、同じ第 8 分科会で、鹿児島県の実習教員の方が、火山灰についての研究の発表をされていました。

他にも、文部科学省講話、篠田プラズマ社長による講演、スタッフとして参加した研究協議など、多くの内容が盛り込まれ充実した 3 日間を過ごしました。全国から 700 人以上集まった大会に色々な立場で参加し、大変貴重な経験になりました。ありがとうございました。

