

シリーズ：想定外を想定内に—今後起こりうる災害に着目して—

第1回 給気配管の保温被覆材からの浸水対応



鈴木 弘行 (右上写真)・上原 知也

近年、日本各地で豪雨や台風、地震、大雪等の災害が多発しており、それによる顕著な被害が発生している。これまでの想定を超える被害の発生といった事態は、今後も続くと考えられ、各施設においても防災対策を講じていくことは重要である。

放射線障害予防規程では、地震、火災その他の災害が起こったときの措置について定められているが、想定外の状況下でも、出来るだけ被害が小さくなるよう、ハードとソフトの両面から備え等を行っていく必要がある。そこで今回、災害対応や備えの実際について知るべく、各施設の実例についてご紹介いただく予定である。

(放射線安全取扱部会 広報専門委員会)

1. 序文

放射線施設が洪水や津波以外で浸水被害を受けるとすれば、水道管の破裂、従事者の不注意による実験室の流しからのオーバーフロー、窓枠からの雨水の流入等が考えられる。千葉大学アイソトープ実験施設における四半世紀の歴史の中では、水道管の破裂を1度、実験室の流しからのオーバーフローを2度ほど経験しているが、これらの事例はいずれもヒューマンエラーによるものであり、注意すれば避けられたものと考えられる。今回、「想定外を想定内に…」という趣旨での事例を紹介するにあたり、ヒューマンエラーよりも天災の影響が大きく、かつ本来の想定とは異なった形で被害が起きた事例として、台風による給気配管の保温被覆材からの浸水とその対応について取り上げた。なお、一般の者が放射線施設の浸水被害と聞けば、放射性物質の環境への放出を伴う事故を連想する。しかし、本稿の事例は、運良く浸水被害が管理区域内にとどまり、放射性物質の環境への放出を伴う事故へは至らなかった。本稿が各施設における同様な被害を避ける上で参考になれば幸いである。

2. 被害状況

本稿で紹介する被害事例は令和元年房総半島台風

(以下、台風15号と表記)と令和元年東日本台風(以下、台風17号と表記)によるものである。台風15号は令和元年9月9日に千葉市に上陸し、送電塔や電柱の倒壊により房総半島の大部分で停電を引き起こした台風として読者の記憶にあると思われる。また、台風17号は令和元年10月12日に伊豆半島に上陸後、関東全域に甚大な被害をもたらした。その被害に対し台風として初めて特定非常災害の適用が行われた台風として知られている。台風襲来後に行った被害調査の結果、当施設では台風15号により3Fの細胞培養室に約400Lの浸水(以下、浸水量は応急処置時に回収した水量より算定した)が発生し、同室にあった安全キャビネットが冠水して全損した。また、細胞培養室の真下にある2Fの工作準備室にも約20Lの浸水被害が認められた。また2次的な被害として、細胞培養室の天井である石膏ボードが吸水し、カビが発生し、更に乾燥に至らないまま調査を行ったことで一部が損壊する事態となった。続く台風17号の場合では、細胞培養室に約80L、工作準備室に約10Lの浸水被害が発生した。

3. 応急処置

台風15号襲来後の翌日、細胞培養室と工作準備室の床面に溜まった水には増加する兆候は認められ



写真1 排水作業で使用した機材
(ナショナル社製業務用電気掃除機 MC-G660WS)

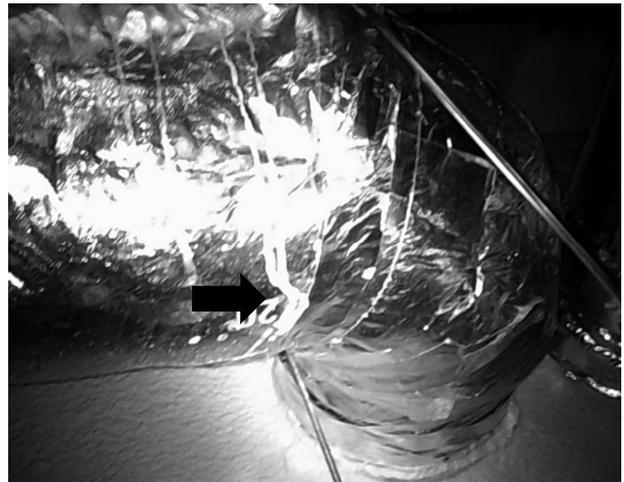


写真2 管理区域側での浸水起点となった天井裏の給気配管外装
(→は給気配管の保温被覆材の表面に残る水の流れた跡を示す)

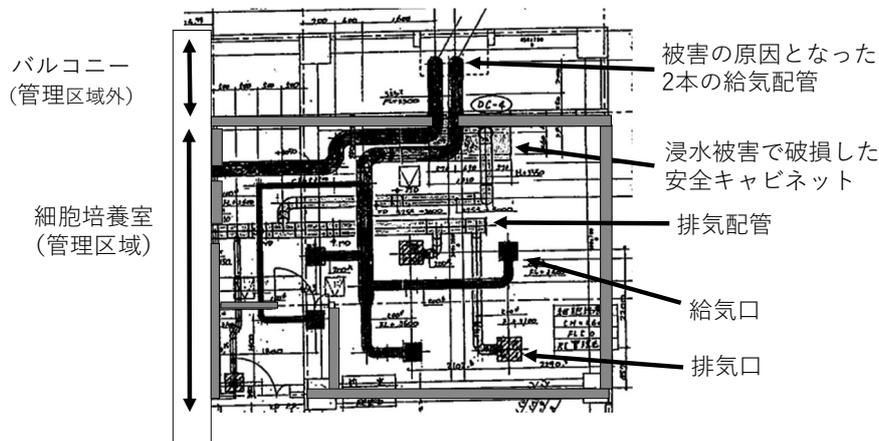


図1 3F 細胞培養室周辺の給気排気設備の位置関係を示した平面図
(図中の■は細胞培養室の区域を示す)

なかった。このため最初に、排水作業を行った。まず、床面の水の一部を採取し液体シンチレーションカウンターとγカウンターで測定した結果、放射性物質は検出されなかった。当時、細胞培養室では¹²⁵Iが使用中であったが台風15号到来前に冷蔵庫に片づけられており、汚染物も保管廃棄されていた。また、工作準備室では放射性物質が使用されていなかった。これらの処置のおかげで、台風による浸水被害に放射性物質による汚染被害が付加される事態は避けられた。排水作業では当施設の定期清掃で使用している業務用電気掃除機を使用した(写真1)。この業務用掃除機は既に廃番製品であるが、1) 洗剤を含む水を吸引可能、2) 蓋を開けることなく、掃除機に付属のホースによって実験用流し台に直接排水が可能、といった機能があり非常に役に立った。

排水作業の終了後は管理区域内への浸水起点の特定を行った。細胞培養室の安全キャビネットの内外に水滴が認められたため、周辺を調査したところ、安全キャビネット上の天井裏にある給気配管の保温被覆材が湿っており、保温被覆材の表面にも水の流れた跡(写真2)があった。また、工作準備室の天井裏では3F側にある2F天井の吊り金具の固定部分や配線の間隙等から水が流入した痕跡が認められたことから、工作準備室の浸水は細胞培養室側から流入したものと考えられた。このため、管理区域側への浸水起点は細胞培養室の天井裏にある給気配管と考えられた。図1に細胞培養室とその周辺の給気排気設備の位置関係を平面図で示した。細胞培養室の天井裏には図1に示したように2本の給気配管が通っており、1本は細胞培養室の給気口と接続して

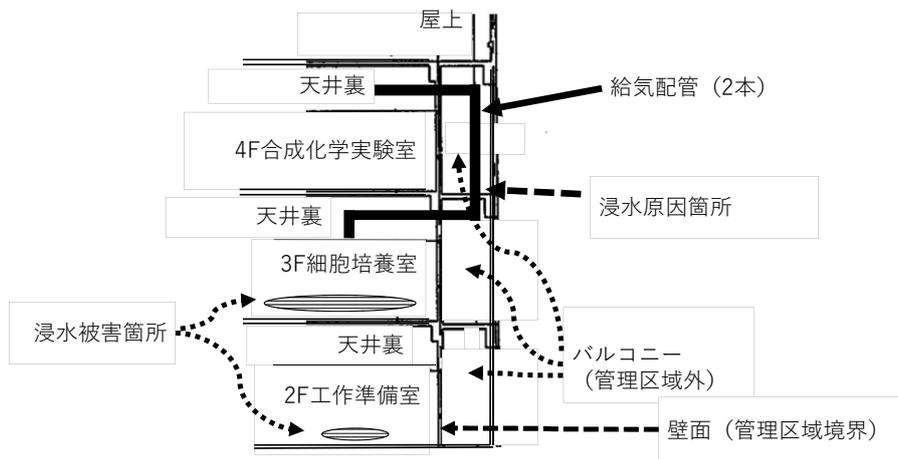


図2 浸水被害箇所と給気配管の位置関係を示した断面図



写真3 応急処置の事例：左写真は天井裏の状態，右写真は細胞培養室内：写真中の①は保温被覆材に作った水抜き穴，②は集水用の波板，③は集水用の漏斗，④は漏斗から流しへ排水流路としたホースであることを示す

いる。もう1本の給気配管は遺伝子実験室につながるものである。この2本の給気配管は図2に示したように、管理区域外を通る箇所（細胞培養室横のバルコニーと4Fにある合成化学実験室のバルコニー）があるため、この部分のどこかに管理区域内へ浸水をもたらした原因があると思われた。浸水原因の特定と修理については、この段階では行わず（次章参照）、続く応急処置として、今後の降雨による更なる浸水被害の防止対策を優先して行った。具体的には、写真3の左の天井裏部分において、①のように給気配管の保温被覆材に穴を穿ち、水を出しやすくした。続いて、穴から出た水を②の波板で天井の崩落部位周辺に集めた。この時、あらかじめ天井裏にはポリエチレン製のゴミ袋を敷き詰め不透水層として利用した。天井の崩落部位周辺から落ちた水は写真3の右側（細胞培養室内）のように、③の漏斗で集水し、④のホースを用いて流しに排水し、床面へ

の浸水を防いだ。続く台風17号の襲来時には、遺伝子実験室につながるもう1本の給気配管も新たな管理区域側への浸水起点となり細胞培養室と工作準備室に浸水被害が発生したため、台風15号の時と同様に応急処置を行った。なお、台風17号通過後に貯留槽の水量を調べたところ、使用水量で説明できない約0.3tの排水量の増加が認められたことから、台風17号による細胞培養室と工作準備室への浸水量の合計が約90Lと台風15号の時よりも少なかったのは、台風15号による被害時の応急処置が台風17号襲来時にも機能し浸水の大半を流しに排水できた結果と考えられた。

4. 浸水原因の特定

管理区域外で2本の給気配管を通る箇所は、当施設の表側（写真4の左）もバルコニー側（写真4の右）も風害対策のため取り付けられたパンチングブ



写真4 アイソトープ実験施設の屋外の配管スペース：左写真は建物外から見た状態。右写真はその裏側でバルコニーの状態。写真中の➡で示した部分は事故と関係のある配管のある場所を示す

レートに覆われており、施設職員では容易に調査ができなかった。しかし、降雨時には**写真4**の右のようにバルコニー側の床面に水たまりができることと、パンチングプレートの隙間から**写真5**（当写真はパンチングプレート撤去後に撮影したものを参考として掲載）に示したような給気配管のステンレス製配管カバーに隙間が見られたことから、このバルコニーの床にある配管が管理区域内への浸水原因ではないかと推測した。業者による修理の際に、給気配管のステンレス製配管カバーを剥がしたところ、**写真6**のような黒カビの発生が認められた。黒カビの発生はバルコニーの床面から約20cm上部に及んでいたが、その上の保温被覆材は湿っていなかったことから、このバルコニーの床面の配管部分が浸水原因で間違いのないと思われた。保温被覆材を取り除いた給気配管周辺を高圧洗浄したところ、**写真7**のように、給気配管自体には異常が認められなかったが、バルコニー床面のコンクリートと接する水止めに腐食による穴が多数確認できた。水止めの腐食具合から、かなり以前から腐食が進んでいたと思われた。おそらく、通常の降雨や普段関東に襲来する弱体化した台風ではバルコニーの排水が機能し、給気配管の保温被覆材に吸収される程度の水量しか床面に溜まらなかったのではないだろうか。そして、今回、通常では関東に上陸しない勢力の台風により多量の降雨が吹き込みバルコニーの床面からの排水が追い付かなくなり、給気配管の保温被覆材に次々と水が浸み込み、重力によって下方へ移動し、管理区域側の天井裏で配管が一番低くなっている部分で保温被覆材の表面から染み出したことで浸水被害につながったと思われた。



写真5 ステンレス製配管カバーで覆われた給気配管とバルコニー床面との接合部付近の修理前の状態



写真6 給気配管のステンレス製配管カバーを剥がした状態



写真7 保温被覆材を取り除いた給気配管の高圧洗浄後の状態
写真内の➡は屋外側の浸水原因箇所を示す

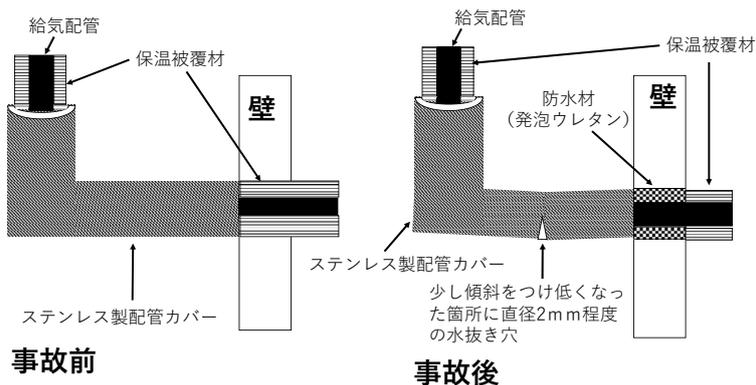


図3 給気配管の事故前と事故後の違い



写真8 3Fバルコニーより撮影した壁面と給気配管の状態
左写真は壁面に発泡ウレタンを充填した直後の状態を示す。また、右写真はステンレス製配管カバーを取り付ける作業中の状況を示す



写真9 ステンレス製配管カバーを取り付けた給気配管と4Fのバルコニー床面の接合部付近の修理後の状態

5. 修繕工事

修繕工事では図3のように保温被覆材が水の通り道になるのを防ぐため、壁の部分に防水材として発泡ウレタンを充填した。写真8の左は隙間に発泡ウレタンを充填した直後の状況であり、その充填後は保温被覆材とステンレス製配管カバーをつけて写真8の右のような状態にした。ただし、写真ではわからないが、図3のようにステンレス製配管カバーを傾け、中央部が低くなるように加工し、その部分に直径2mm程度の水抜き穴をつけ新たな防水対策とした。また、写真9のようにバルコニー床面とステンレス製配管カバーの接触部、写真では見えないが内部の水受け側とバルコニー床面との接触部にも、再度の浸水事故を防ぐため防水パテ等を入念に充填した。

6. まとめ

今回の浸水被害は関東地方に50年に一度襲来するか否かの勢力を持つ台風に、想定外の箇所を5週間間に2回も襲われた結果生じたものであることを考えれば、被害がこの程度で済んで幸運だったとも言える。当初、これらの台風に対して想定していた被害は、暴風による建物の窓ガラス破損（対策：飛散防止フィルムの貼付け）と破損した窓からの雨

水による浸水（対策：本報で一部使用）であった。結果的に、破損した窓からの雨水による浸水を想定した対策が役立った。

また、今回の対応を振り返ると、災害対応では災害の復旧という過程で「時間的被害」に対する備えが必要になると思われた。今回のように、2つの台風が襲来するごとに被害が増加した事例では、修繕のための見積もり作成が二転三転するので、工事の着手までに時間を浪費した。更に、修繕工事開始後には大正7年の西班牙風邪以来の病災（新型コロナウイルス）が工事遅延という想定外の事態を引き起こした。その結果、修繕工事の工期終了が年度をまたぐ事態となり、大学事務局との折衝も非常に複雑なものとなったが、放射線施設に日頃出入りする業者の協力が得られたことで大いに助かった。このようなことから、「時間的被害」に対する備えとして放射線施設の内情を把握している業者の存在が重要であると思われた。なお、最終的に本修繕経費は、文科省による台風15号被害に対する設備災害復旧関係費により支払われた。

（千葉大学大学院薬学研究院・アイソトープ実験施設）