

## 注水量と崩壊熱による蒸発量の比較

東北大学 流体科学研究所 圓山・小宮・岡島研究室

2011/04/28 作成 (Ver1)

2011/05/27 作成 (Ver2)

### 概要

これまでに原子炉及び使用済み燃料貯蔵プールに注水された水の量と崩壊熱により蒸発した水量の比較を行う。比較は1日当たりの注水量と積算量の2種類について行う。実測値に関しては原子力安全・保安院より公開された情報 (<http://www.nisa.meti.go.jp/earthquake/houkoku/houkoku.html>) 内にある各種操作実績取り纏め ([http://www.nisa.meti.go.jp/earthquake/houkoku/files/7\\_sousajisseki/f1\\_7\\_Sousajisseki.pdf](http://www.nisa.meti.go.jp/earthquake/houkoku/files/7_sousajisseki/f1_7_Sousajisseki.pdf)) 内で公開されたデータを用いている。また、崩壊熱により蒸発した水の量は HTC Rep. 1.5 のデータにより算出している。これらのデータは、汚染水放出の見積もりにも活用できると考えられる。

### 1号機原子炉

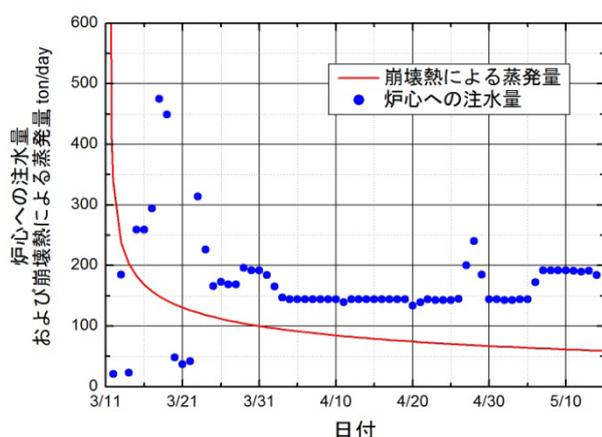


図 1 1号機原子炉への供給水量と蒸発量

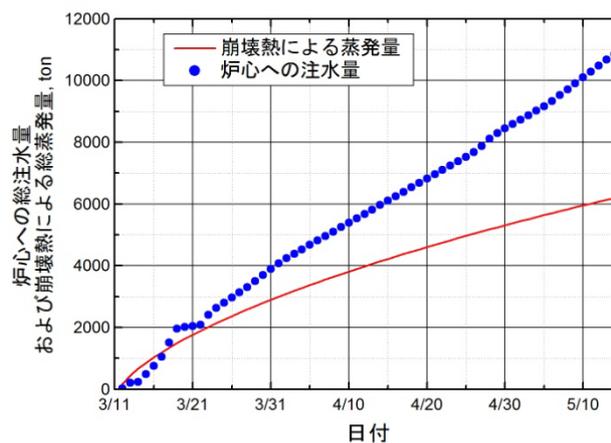


図 2 1号機原子炉への供給総水量と総蒸発量

図 1 は 1 号機原子炉への水の供給流量と崩壊熱による水の蒸発量を比較したものである。この結果から、注水量は崩壊熱による蒸発量よりも大きくなっており、水位維持だけではなく冷却効果も見込んだ注水量設定となっていることが伺える。図 2 は 1 号機原子炉へのこれまでの総注水量と総蒸発量の比較である。一日の注水量が一日当たりの蒸発量よりも多いため、5 月 15 日で蒸発しなかった水が約 4000ton 存在しているはずである。現在もその量は増え続けている。その多くは、タービン建屋を介して周囲の土壤に流れていると考えられる。Heat-Transfer Control Lab. Report No. 15, Ver. 2 (HTC Rep.15.2, 2011/5/22) (HTCRep.15.2) に示したように、汚染水の輸送より土壤の漏水対策が重要である。

HTCRep.5.2 に記したように、3 月 20 日から 22 日の注水量が著しく減少したために、圧力容器・格納容器の温度が上昇し、空だき状態となった。現在は落ち着いている。

## 2号機原子炉

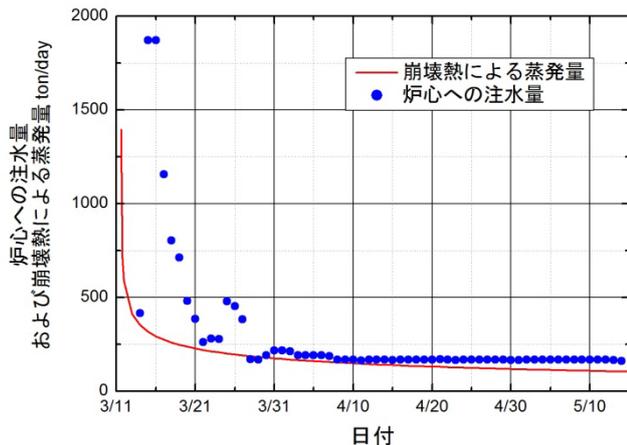


図 3 2号機原子炉への供給水量と蒸発量

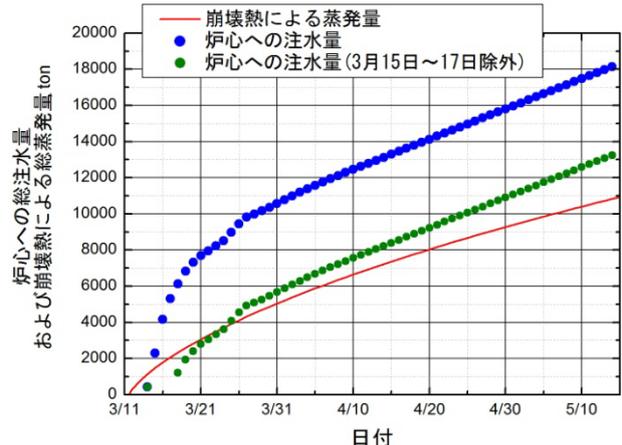


図 4 2号機原子炉への供給総水量と総蒸発量

2号機については、図3より注水量は崩壊熱から予測される蒸発量とほぼ一致している。また図4では、3月15日から17日に投入された約5000tonの水の影響で蒸発量よりもかなり多くの水が注入されているように見える。ここで、注水量が特別多かった上記三日間を除外して比較すると、蒸発量と注水量が概ね一致している。しかし、蒸発量と注水量の差異は日に日に増加している。これは、図3に示すように注水量が4月10日からほぼ一定となっているためである。

## 3号機原子炉

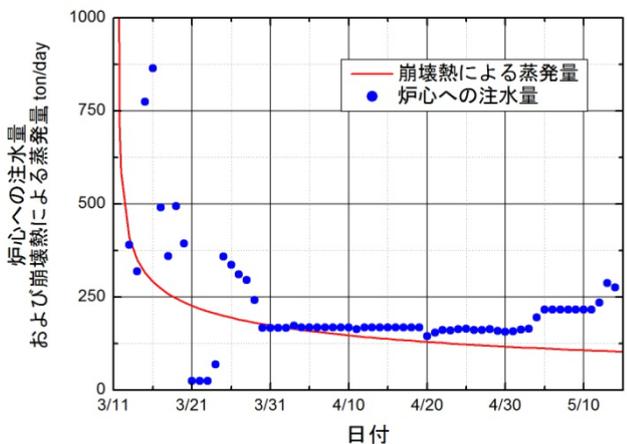


図 5 3号機原子炉への供給水量と蒸発量

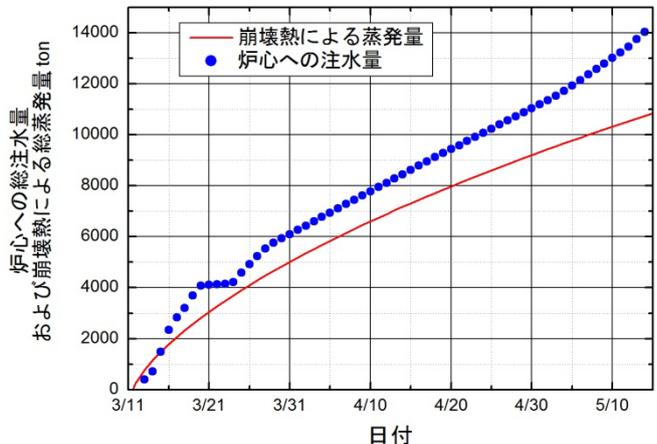


図 6 3号機原子炉への供給総水量と総蒸発量

3号機に関しては、注水量と蒸発量は概ね一致していると評価できる。図6に示すように、5月15日で積算値の差異が約3000tonとなっている。

HTCRep.15.2に示したように、炉内温度の上昇により5月5日より注水量を大幅に増やした。Rep.16.2で述べたように、現在は膜沸騰から核沸騰に遷移して落ち着いているので、注水量を減少させても良いと考えられる。現在は汚染水が増大している。

原子力安全保安院がIAEAに提出したレポート(4月4日付)によると、3月26日付けのタービン建

屋地下汚染水の放射線強度は、1号機 60mSv/h、2号機 >1000mSv/h、3号機 750mSv/h であった。2号機は3月26日時点で5000m<sup>3</sup> 余剰であり、これがタービン建屋に漏れているが、3号機は800m<sup>3</sup> 程度であることから、余剰水とタービン建屋の放射線強度が関連していると考えられる。現在は3号機のタービン建屋汚染水の放射能も増大しているのではないかと危惧される。なお、初期には各建屋とも約2万トンの海水があったと想定されるので、2号機の原子炉建屋地下汚水は、タービン建屋の少なくとも5倍の汚染濃度であることが予想される。

### 1号機使用済み燃料貯蔵プール

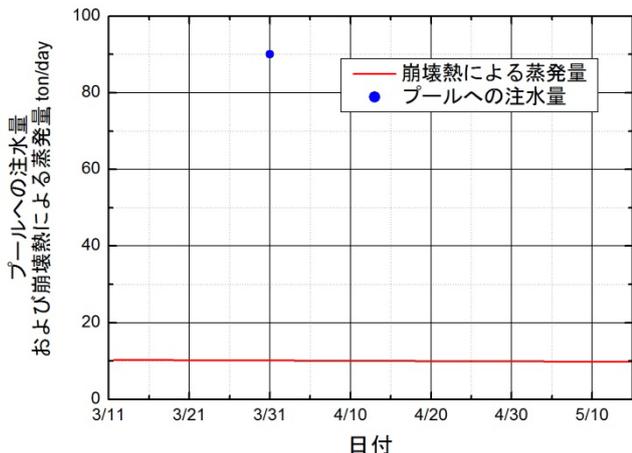


図7 1号機使用済み燃料貯蔵プールへの供給水量と蒸発量

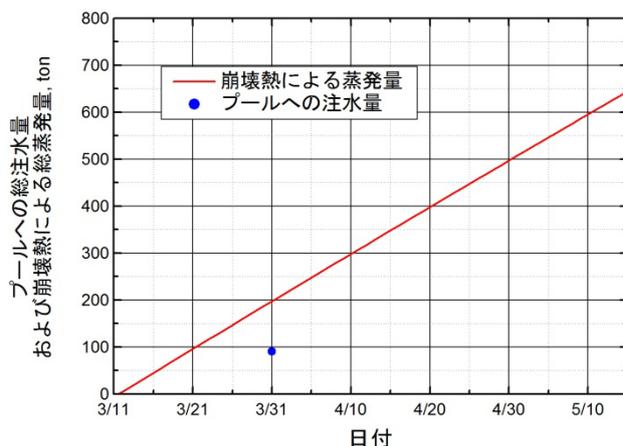


図8 1号機使用済み燃料貯蔵プールへの供給総水量と総蒸発量

使用済み燃料貯蔵プールの寸法は2~4号機では公開されており 9.9m×12.8m×11.8m で体積 1425m<sup>3</sup> となっている。一方、1号機は体積が 1020m<sup>3</sup> となっているが、具体的な寸法は公表されていない。よって、縦横比が各プール等しいとすると、1号機は 8.86m×11.45m×10.56m と予測できる。

報道で明らかになっている放水量は1点のみであるため、上のようなグラフになっている。もしも、放水がこの1回のみであるとすれば、5月15日には差し引き約550m<sup>3</sup>の水が蒸発している。この時の水位の低下量は5m程度であると推測できる。

### 2号機使用済み燃料貯蔵プール

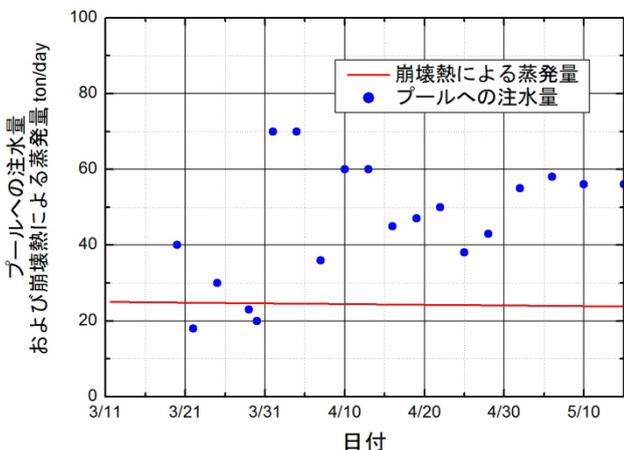


図9 2号機使用済み燃料貯蔵プールへの供給水量と蒸発量

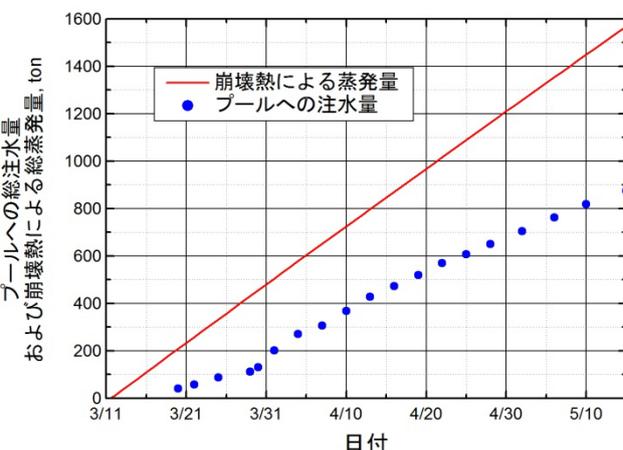


図10 2号機使用済み燃料貯蔵プールへの供給総水量と総蒸発量

2号機使用済み燃料貯蔵プールへの放水量は、1日当たりの蒸発量よりは大きな放水量となっているが、積算値を見てみると蒸発量よりも低い値となっている。4月19日時点で、3月11日以降の蒸発量から放水量を差し引いた量は約700m<sup>3</sup>となっている。つまり、5.5mの水位低下が予想される。

### 3号機使用済み燃料貯蔵プール

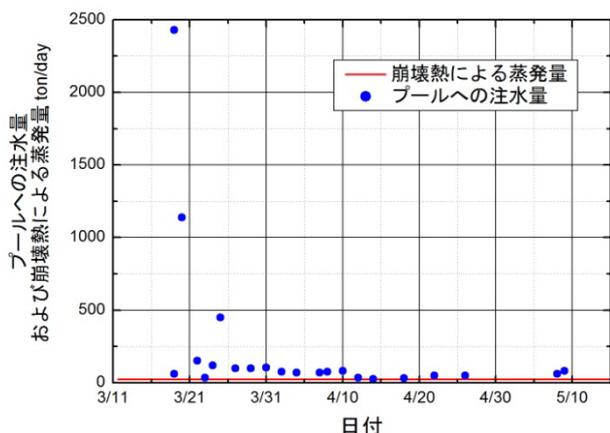


図 11 3号機使用済み燃料貯蔵プールへの供給水量と蒸発量

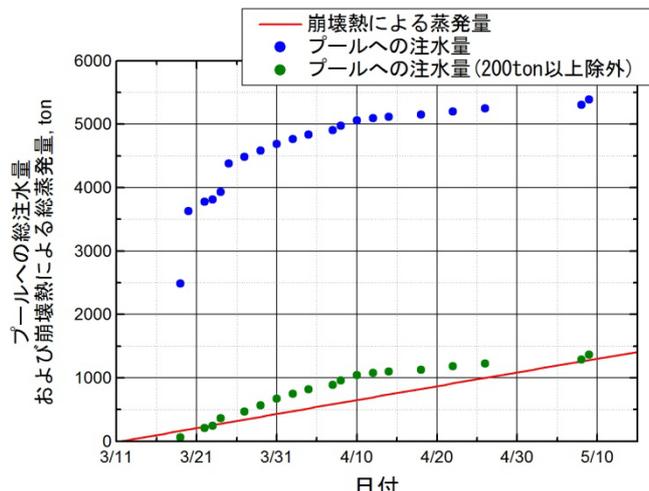


図 12 3号機使用済み燃料貯蔵プールへの供給総水量と総蒸発量

3号機の使用済み燃料貯蔵プールに関しては、1および2号機とは異なり蒸発量よりかなり多い水を放水している。図12に示している積算量に関しても総放水量が蒸発量を大きく上回っている。一日に200ton以上注水したのが3月19日、20日、25日であり、この3日間で4000ton、屈折放水塔車により放水されている。この量はプール3個分に相当するので、実際にはプールからあふれていたと考えられる。この3点を除外して考えると、図12より蒸発量と注水量はほぼ一致している。

### 4号機使用済み燃料貯蔵プール

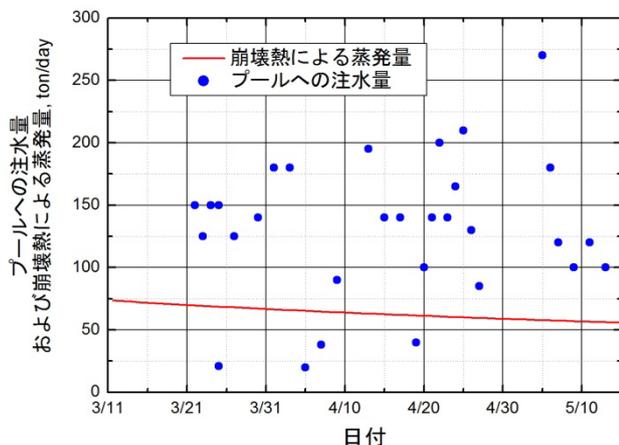


図 13 4号機使用済み燃料貯蔵プールへの供給水量と蒸発量

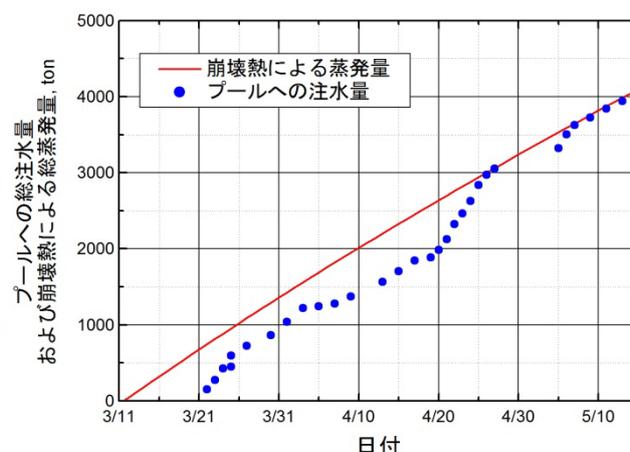


図 14 4号機使用済み燃料貯蔵プールへの供給総水量と総蒸発量

4号機のプール内には、炉心からの燃料棒があるため、他のプールと比較し大量の燃料棒が貯蔵されている。HTC Rep. 1.4で示した燃料棒使用時間は仮定を含まざるを得ず、正確さにかけている。ただし、保安院の報告によると4月28日以降にカメラによる水位計測が行われていることから、それ以降では供給量は水位の正確な計測を基に決定していると考えられる。そこで4号機の使用済み燃料貯蔵プール内の燃料棒の使用時間を図14に示してある総注水量にフィッティングすることにより推測した。この推測により燃料棒の使用時間は2010年11月30日以前の燃料棒で1.7年、以後のもので0.7年と推測できた。

3月21日時点でのプール内の水の蒸発推定量(HTCRep.1.5)は、674tであり、その時点で5.3mの水位低下が推定される。現在はほぼ満水状態を維持していると考えられる。4号機プールは爆発や余震等で破壊されていることも懸念されるが、本データが正しければ、現在まで大規模な漏水は起きていないと想像される。