

どんりゅう
「いろは呑龍トンネル」の整備効果について
(桂川右岸流域下水道雨水対策事業)

樫 智徳¹

¹京都府 環境部 水環境対策課 (〒602-8570 京都市上京区下立売通新町西入藪ノ内町)

京都市，向日市，長岡京市にまたがる地域の浸水被害を軽減するため，京都府では「いろは呑龍トンネル」の愛称で流域下水道の雨水貯留管を整備している．1995年度に事業着手し，段階的な施設供用によりこれまでの大雨において効果を発揮しているが，全国で初めて大雨特別警報が発表された2013年9月の台風18号では，貯留率が供用後初めて100%に達し，浸水シミュレーションにおいて当該施設が無ければ約900戸発生したと推定される浸水被害を，106戸に軽減する活躍をみせた．

キーワード：流域下水道，浸水対策，雨水貯留管，浸水シミュレーション

1. はじめに

京都市，向日市，長岡京にまたがる桂川右岸地域(図-1)は，西暦784年に桓武天皇が長岡京を造営した歴史を有する地域であるが，わずか10年で平安京へ遷都となったのは，度重なる浸水被害が一因であったと言われている．

昭和の時代になってJR東海道本線，阪急京都線，国道171号など京都と大阪を結ぶ交通網の発達により高度成長期以降は急速に市街化が進んだ．

地形的には，一級河川の桂川と小畑川に挟まれたすり鉢状の低い土地にあり，地域を流れる主な河川の寺戸川や石田川は，今から1,400年以上も前に秦氏が造営したといわれる人工のかんがい用水路を原型としたものである．現在，これらの河川には鉄道橋など多くの橋梁が架かり，沿川に人家が立ち並ぶなど抜本的な改修が困難な状況であり，平成になっても数百戸を超える浸水被害が頻繁に発生している(表-1，図-2)．

表-1 桂川右岸地域の浸水被害発生状況

発生年月日	1時間 最大雨量	総雨量	浸水被害 (浸水戸数)
1990(H2)/9/12~9/19	42.5 mm	322.5 mm	約 810 戸
1991(H3)/7/15~7/20	45.5 mm	174.0 mm	約 570 戸
1993(H5)/7/4~7/5	27.5 mm	140.0 mm	約 400 戸
1997(H9)/8/4~8/7	39.0 mm	182.5 mm	約 20 戸
1998(H10)/8/27~8/28	24.5 mm	47.5 mm	約 30 戸
1999(H11)/6/23~6/27	47.0 mm	202.5 mm	約 480 戸
1999(H11)/6/29~6/30	58.5 mm	211.0 mm	約 440 戸
(地域の最大降雨)			
1959(S34)/8/12~8/14	60.4 mm	346.7 mm	約 710 戸



図-1 事業地域



図-3 呑龍太郎
(PRキャラクター)

こうした度重なる浸水被害から当該地域を守るため，桂川右岸流域下水道における雨水対策事業として，京都府では，1995年度から「いろは呑龍トンネル」の整備を進めている．

なお，愛称の「いろは呑龍トンネル」は，京都府未来下水道計画である「いろはプロジェクト21」の「いろは」と，雨を自在に操り水を治める「龍」が大雨を「トンネル」に「呑み込み人々を守る意を込めて名付けられた(図-3)．



図-2 1998.8 府道伏見柳谷高槻線

2. 事業概要

(1) 全体計画

桂川右岸地域の京都市（西京区、南区）、向日市、長岡京市にまたがる地域を対象に、排水面積 1,421ha、対象降雨 61.1mm/時（計画規模 1/10）、総事業費 450 億円 の計画で 1995 年度に事業着手した。

整備内容は、幹線管渠（シールドトンネル）9,179m、排水ポンプ場 3 か所、調整池 1 か所、流域関連公共下水道と接続する接続施設 10 か所であり、対策量は、幹線管渠と調整池での雨水貯留機能が 189,750m³、最下流の呑龍ポンプ場から桂川へ常時排水する流下機能が 48,450m³の合計 238,200m³である（表-2）。

これまで、甚大な浸水被害が発生してきた地域において効果を早期に発現できるよう、最上流部の北幹線第 1 号管渠から順次下流方向へ管渠を整備しており、段階的に供用を開始してきた（図-4）。

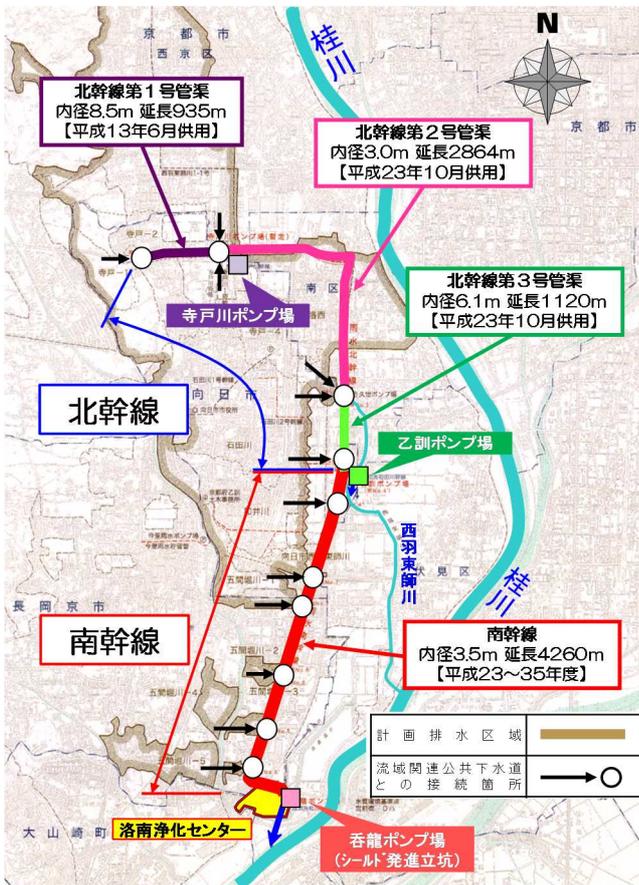


図-4 事業区間

表-2 計画対策量

	管渠延長 (km)	排水面積 (ha)	対策量(m ³)		事業費 (億円)
			貯留機能	流下機能	
北幹線	4.9	1,124	107,000	48,450	250
南幹線	4.3	297	82,750		200
合計	9.2	1,421	238,200		450

(2) 北幹線

a) 第 1 号管渠

いろは呑龍トンネルの最上流部に位置し、府道中山稲荷線の地下約 10m～30m に布設された内径 8.5m、延長 935m のシールドトンネルと寺戸川ポンプ場（0.27m³/秒）で構成する。1996 年に工事に着手し、2001 年 6 月に供用開始した。

b) 北幹線第 2・3 号管渠

北幹線第 1 号管渠の下流に位置し、府道中山稲荷線及び国道 171 号の地下約 20m に布設されたシールドトンネル（第 2 号管渠：内径 3.0m、延長 2,864m、第 3 号管渠：内径 6.1m、延長 1,120m）と乙訓ポンプ場（0.61 m³/秒）で構成する。2004 年に工事に着手し、2011 年 10 月に供用開始した（図-5）。



図-5 北幹線第 3 号管渠(内径 6.1m)

(3) 南幹線

いろは呑龍トンネルの全体計画の最下流部に位置し、国道 171 号の地下に布設する内径 3.5m、延長 4,260m のシールドトンネルと洛西浄化センター内に設置する調整池（41,750m³）、呑龍ポンプ場（10m³/秒）で構成し、貯留量はトンネルと調整池を合わせ 82,750 m³である。

2013 年度にシールドトンネルの発進立坑、2014 年度にトンネル本体工事に着手しており、2020 年度の暫定供用開始（調整池を除く施設）と、2023 年度の施設全体の完成を目指し事業を進めている（図-6）。



図-6 洛西浄化センター内発進立坑施工状況

(4) 運用状況

北幹線第1号管渠の対策量が54,000m³、第2・3号管渠の対策量が53,000m³であるが、現在、それぞれの管渠で雨水を貯留し、排水先の河川の水位の状況に応じて排水している。北幹線は、本来「貯留機能」と「流下機能」とを併せ持つ計画であるが、現状では「貯留機能」しか有していない。このため、北幹線第1号管渠と第2・3号管渠を一体的に運用すると、下流域である第2・3号管渠の排水区域において浸水が助長されることから、それぞれ分離して運用している。

将来、南幹線が完成し北幹線と南幹線が繋がると、北幹線の雨水は南幹線を流下し呑龍ポンプ場から桂川へ放流することができるため、流下機能として48,450m³を見込むことができる(図-7)。

いろは呑龍トンネルでは、15日午後9時35分からそれぞれの管渠で貯留を開始し、北幹線第1号管渠は16日午前1時20分、第2・3号管渠は16日午前1時25分に流入ゲートの閉鎖を開始し、供用してから初めて貯留率100%まで貯留した(図-9)。

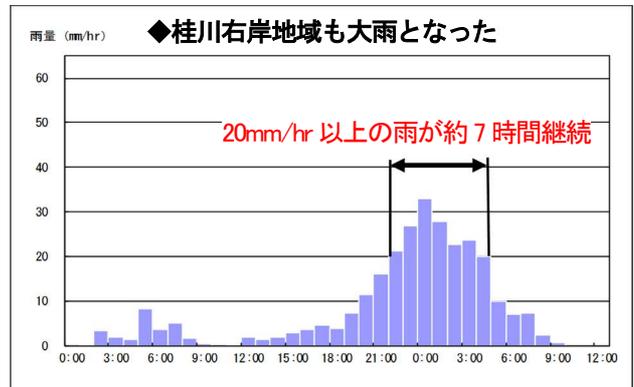


図-8 降雨状況 (2013.9.15~16)

3. いろは呑龍トンネルの活躍

(1) 2013年9月台風第18号

a) いろは呑龍トンネルの貯留状況

2013年9月15日~16日に京都府を襲った台風第18号は、全国で初めて大雨特別警報が発令されるとともに、各地で避難勧告が発令された。一級河川桂川や由良川が氾濫し、府域で5,000戸を超える甚大な浸水被害が発生した。この台風による当該地域の時間最大雨量は、33mm/時であり、計画規模1/3年を少し下回る規模であるが、総雨量は264mm(24時間雨量は258mm)と多く、長時間にわたり20mm/時以上の大雨が継続した(図-8)。

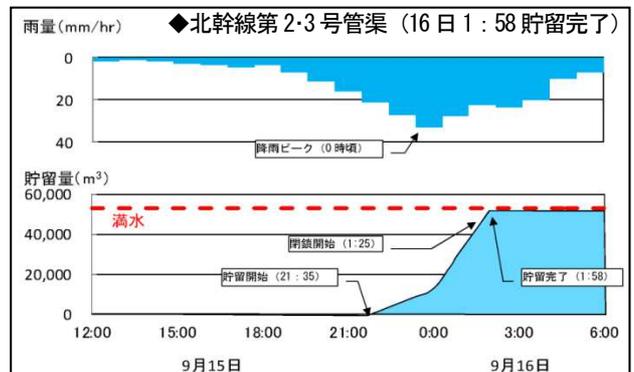


図-9 北幹線管渠貯留状況 (2013年台風18号)

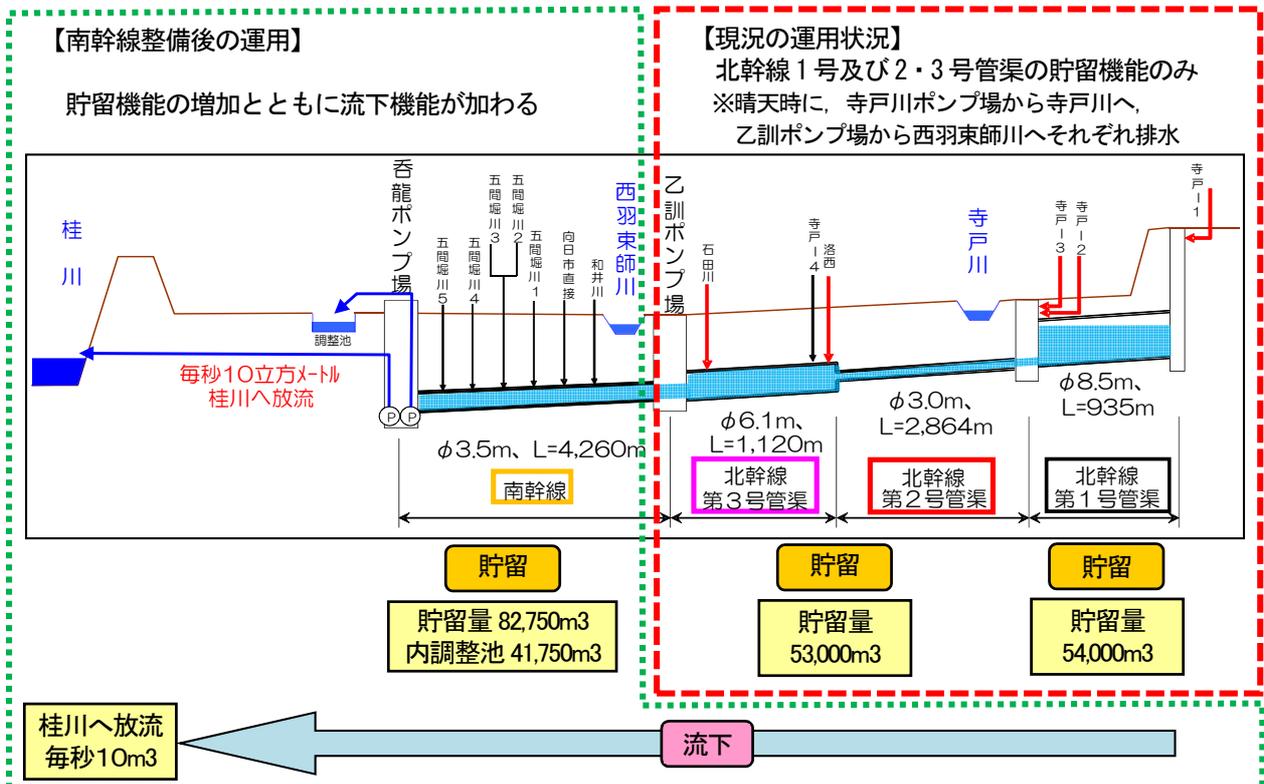


図-7 いろは呑龍トンネルの段階的運用

b) 浸水被害の状況

北幹線第1号の流入ゲートを閉鎖した後も降雨が継続したため、向日市域において家屋の浸水が始まり、浸水深は40cm~60cmまで上昇した。被害を最小限とするため、向日市役所において土のう約1,500袋が用意され、地域住民による水防活動が行われたが、床上4戸、床下102戸、計106戸の浸水被害が発生した(図-10)。

いろは呑龍トンネルが雨水を貯留しなければ、さらに被害が大きくなると予想されるが、そのシミュレーション結果については後述する。



図-10 浸水被害状況

c) 前田地下道の冠水を防止

北幹線第2・3号管渠の排水区域にある府道伏見向日線の前田地下道は、JR東海道線で分断された向日市の市街地を結ぶ、24時間交通量12,000台を超える地域の基幹道路であるが、豪雨時には隣接する石田川から雨水が溢れて路面が冠水し、度々通行止めとなっていた。

台風第18号では、北幹線第2・3号管渠および公共下水道の幹線管渠に貯留することにより、石田川が溢れることなく前田地下道の冠水を防いだ(図-11)。



図-11 前田地下道における幼稚園バスの水没(2008.7)

(2) 2014年8月台風11号

2014年8月10日の台風第18号は京都府南部を中心に大雨となり、当該地域の時間最大雨量は44mm/時、総雨量は123mm(24時間雨量は258mm)と、2013年台風18号豪雨と比較すると総雨量こそは多くなかったが、1時間あたりの雨の強さが、計画対象降雨未満であるが台風18号を上回った(図-12)。

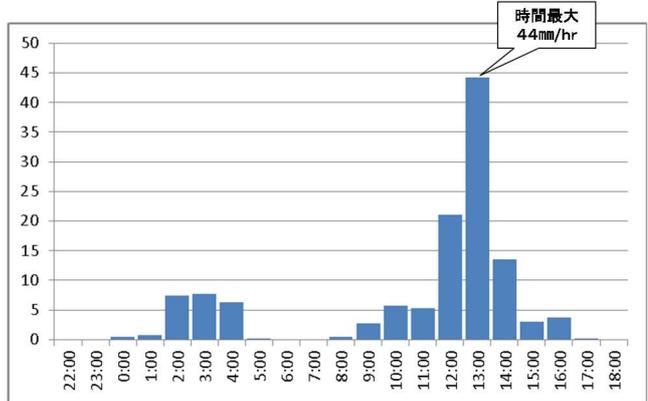


図-12 降雨状況 (H26.8.10)

このため、北幹線第1号管渠が10日午前11時50分から貯留し初め午後1時40分に流入ゲートの閉鎖を開始し、午後3時5分に貯留率が100%となった。また、第2・3号管渠は10日午後0時15分に貯留し始め、午後1時52分に流入ゲート閉鎖を開始、午前2時には貯留率が100%に達した(図-13)。

いろは呑龍トンネルの貯留率が100%に達するのは、供用開始からこれが2回目となり、午前11時から午後1時にかけて強い雨が降った影響で、第2・3号管渠では貯留開始から2時間不足で貯留率が100%に達した(2013年台風18号では約3時間)。

同規模の降雨があった1991年8月の豪雨では、500戸以上の浸水被害が発生しているが、今回は、いろは呑龍トンネルが流出ピーク達した雨水を呑み込み100%まで貯留する活躍により、供用中の排水区域内における浸水被害を、向日市の床上浸水1戸に止めることができた。

◆北幹線第2・3号管渠 (10日13:00貯留完了)

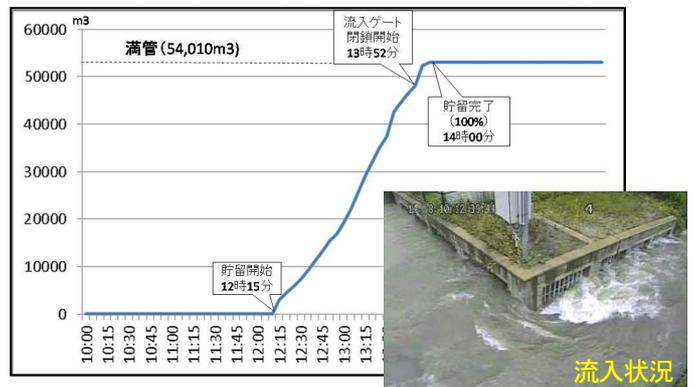


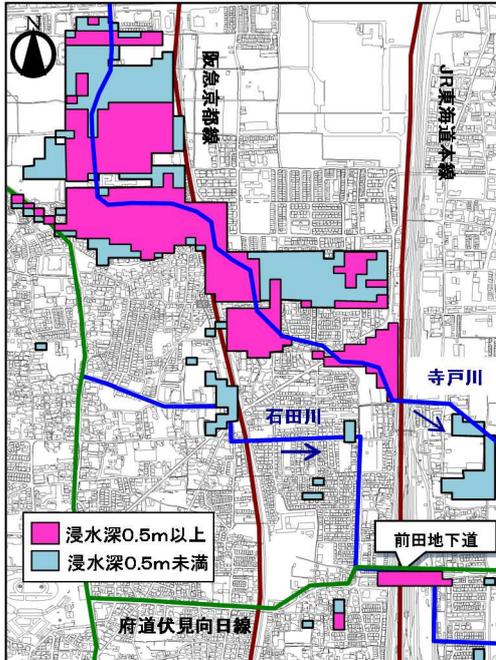
図-13 北幹線管渠貯留状況 (2014年台風11号)

4. 2013年台風18号の浸水被害軽減効果の検証

2013年台風18号の大雨における、いろは呑龍トンネルの整備による浸水被害軽減効果について、浸水シミュレーションによる解析を実施した。その結果、北幹線が未供用と想定した場合には約900戸の浸水被害が発生し、府道伏見向日線の前田地下道が冠水して通行不能となる結果となった(図-14)。

さらに、南幹線が完成すると、北幹線に流下機能が付加されることから、今回の浸水被害が解消される結果となった。

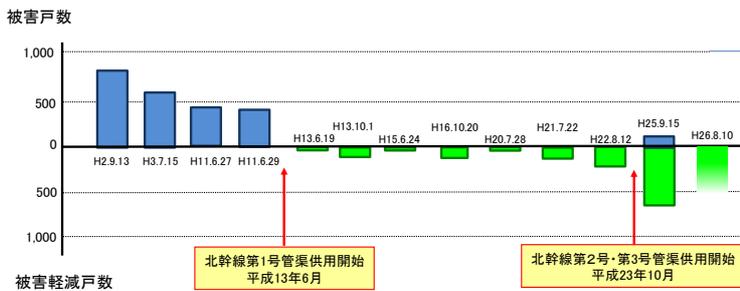
この効果を、2013年12月の京都府公共事業評価に係る第三者委員会に報告し事後評価として公表した。



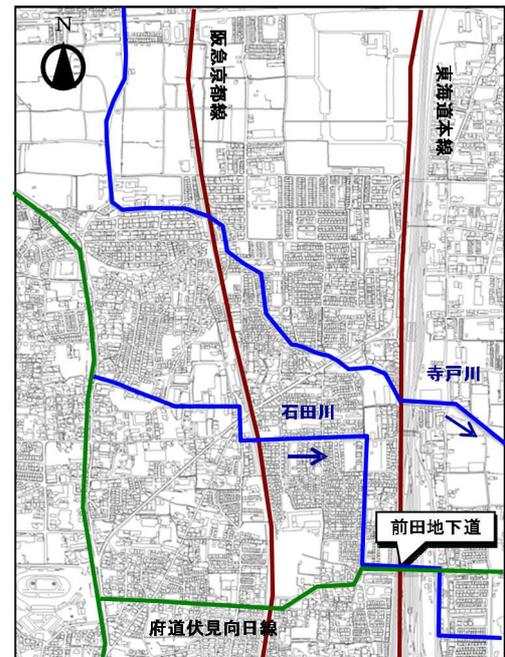
北幹線が未供用の場合の被害
(浸水被害約900戸)



実際の被害(浸水被害106戸)



■北幹線第1号管渠、第2号・第3号管渠の貯留実績
 →2015年3月までに、計144回、約84万m³を貯留
 ■これまでの被害軽減効果の試算
 →延べ浸水被害軽減戸数 約2,000戸以上
 浸水被害軽減額 約280億円以上



南幹線が完成した場合
(浸水被害なし)

図-14 いろは呑龍トンネルの活躍と台風18号の大雨による浸水シミュレーション

5. おわりに

2013年台風18号の豪雨では、いろは呑龍トンネルが供用開始後初めて貯留率が100%となるまで貯留し、浸水被害の軽減において大きな効果を発揮したことにより、当該地域の住民の生命・財産を保全し、都市機能を支える重要な基盤施設であることが改めてクローズアップされた。

また、2014年台風11号の豪雨においては、貯留率が2回目の100%に達する活躍を見せたが、その直後の8月15～17日の豪雨においては福知山市の浸水被害が全国的に報道され、大規模な内水浸水被害に対する、ハード・ソフト両面での対策の充実が求められるようになった。

近年の豪雨においては、いろは呑龍トンネルは目に見えて効果を発揮しているが、流下型貯留トンネル本来の能力が発揮され、対象地域全域で浸水に対する一定の安全度を確保するためには、南幹線の整備が急務であり、これからも計画的に事業を執行していく。

一方、台風の長雨で貯留率が100%に達したように、計画規模を超える降雨時には、浸水被害を完全に防止することが困難である。このため、流域住民に対しては、いろは呑龍トンネルの活躍を積極的にPRすると同時に、現在の整備状況や安全度についての理解を促し、地域における自助・共助の重要性を啓発する必要がある。引き続きホームページによる雨水貯留状況の情報発信など

(図-15)、府民の安心・安全が確保できるよう努めていきたい。

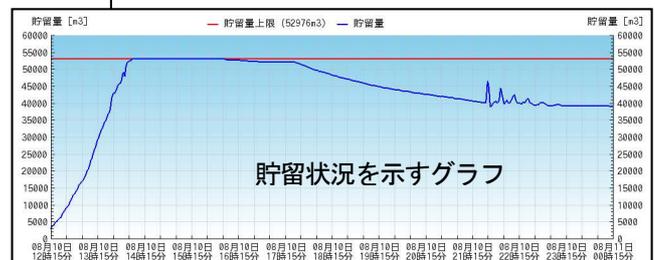
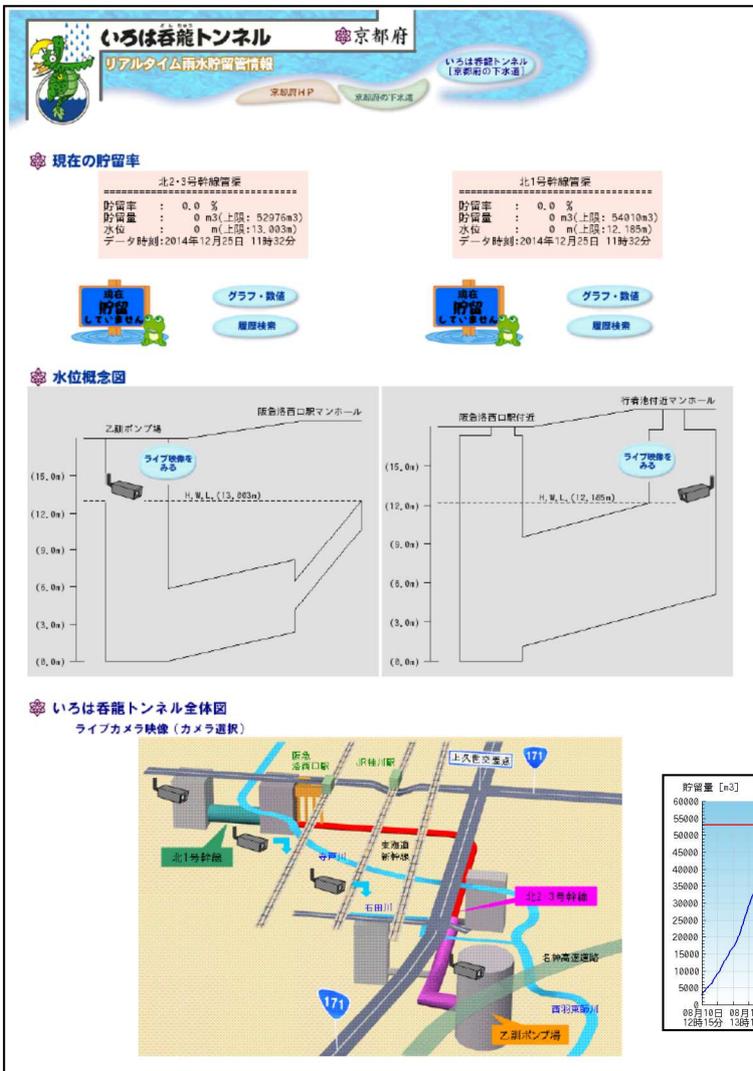


図-15 いろは呑龍トンネルホームページ (<http://www.pref.kyoto.jp/donryu/>)