

都市-T

	トイレ漏水	その他	矢手先	屋内配管漏水	器具漏水
4月	297	233	100	172	231
8月	444	332	244	242	242
12月	465	332	169	241	321

都市-Y

	調査	属具類	客依頼	鉛管改良	止水栓
4月	623	291	397	285	479
8月	826	672	540	519	483
12月	794	580	579	400	520

(3) 都市-N、K、H

前述のように、都市-Nの経月変動の中には「水栓弁またはパッキンの無料サービス」に起因するやや異常な変動がある(図-1)。したがって、都市-Nの経月変動曲線は、この影響を受けて6月がやや凸の形状を示している。しかし、これは人為的な変動であるので、その影響を無視するものとするれば、給水系事故は9~10月に最大値を持つ2次曲線の変動を示す事になる。

この前提に立つと、都市-N、K、Hにおける「事故件数/月」の経月変動性はほぼ同様で、8~10月に単一のピークを持つ変動をしていることになる。

下表は、都市-Nにおけるピーク時の9月と、立上り時の4月における平均事故発生件数/月を比較したものである。事故発生数の順位に乱れが生ずるが、ピーク時の事故数は一事故項目の特異的増大によるものと言うより、程度差はあるにしても各事故項目が相対的に増加してきていると考えるのが自然であろう。

なお、都市-Nの解析データの中には「修繕センター」によるメータ下流の事故が含まれているので、データの内容は都市-T、Yと類似している。

	漏水調査	ビニール管修繕	止水栓	水洗弁・パッキン	道路取付管
4月	384	179	231	182	146
9月	972	331	285	268	207

一方、都市-Kにおいては下表の通りの結果であった。すなわち、ピークの出現は殆ど管路(宅地内および道路面管路の総計)事故に依るものである。

	管路	継手	止水栓	その他	分水栓
4月	716	43	16	4	0
9月	1,086	52	16	6	0

なお、都市-Hのデータは「宅内給水管(官民境界からメータまでの間)の漏水修

理件数」のみであるので、ピークの出現は、専ら、「宅内給水管漏水修理件数」によるものである。

周期関数式に基づく事故件数/月の計算値の経月変動（図-4）は、実際値をほぼ反映していると考えられるが、上記のように、計算値の経月変動は大別して3分類できる。すなわち、その1は、12～2月にピークを持つ都市-Sのパターン、その2は、8～9月の最大のピークと12～1月のやや低いピークとの2個のピークを持つ都市-T、Yのパターン、その3は、8～10月に単一のピークを持つ都市-N、K、Hのパターンである。

これらの内、12～2月にピークを持つ都市-Sのパターンは、前述の通り、高緯度地に位置していること（表-1）およびこの時期の気温が低い事（図-5参照）による「凍結」に起因している事で説明できる。

一方、他の2パターンが発生原因について説明する事は中々困難である。すなわち、各都市の位置する緯度の観点のみの視点に立てば、「都市-T、Y」は「都市-S」と「都市-N、K、H」の中間に位置しているので、両者の中間的特性を示しているとの理解も可能であろう。しかし、図-5に示す6都市の平均気温をみると、都市-Sを除く5都市の間には大きな気温差が無く、殆ど同様な年間変動をしており（最高気温、最低気温でも同様な傾向をもつ）、気温に基づく説明は出来ない。

ただ、ここで特筆すべきは、都市-Sを除く5都市では、夏季に事故発生率が高くなり、最低事故発生時期である春季の1.5～2.5倍に増大している事である（図-4参照）。この原因が究明され、かつ、それが制御可能な因子であるとすれば、夏季～秋季にかけての給水システム内の事故発生率を低下させることは可能であろうと言う事である。

3-2 個別事故発生の周期性および季節・気温への依存性

各都市の水道事業体および/または管工事業団体の給水システム内事故への関与のあり方にも、事故の分類方式にもそれぞれ差がある。したがって、数字間または事故項目間の直接的な比較には困難な面がある。しかしながら、個々の事故項目毎の経月変動性や、季節・気温への依存性を検討する事にはさしたる問題は無いと考えられる。

そこで、各個別事故の発生の状況、すなわち、事故発生に周期性が存在するか否か、季節や気温との関連性の有無などを知ることを目的として、各都市の全データをプロットして、各個別事故の発生状況の概要に関して、まず、予備的な検討を行った。

図-6～10は、6都市における事故のうち代表的な個別事故の経月変動を図示したものである。

都市-S（図-6）では、12～2月に多発する「凍結」事故とほぼ連動して変動する「配管の漏水等」や「公道」もあるが、逆に、「宅地内漏水」「苦情計」のピーク時期は夏季に出現して冬季には低下する傾向が認められる。

また、都市-Tの例示（図-7）では、その大半が夏季に増大する傾向を示している。一方、事故件数が少なく明確ではないが、「メータ上流地中」は上記とは逆の変動を示す傾向が認められる。

都市-Y（図-8）でも夏季に増大する事故が多いが、「水洗トイレ」は冬季に増大する傾向を示す。

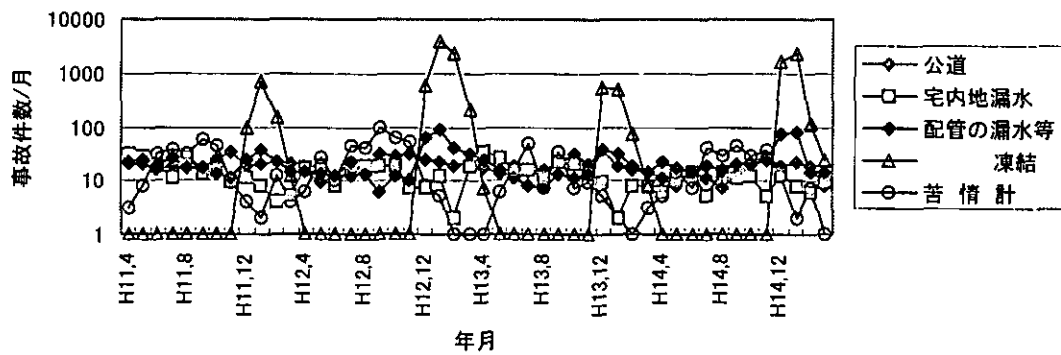


図-6 都市-Sにおける代表的事故の経月変動

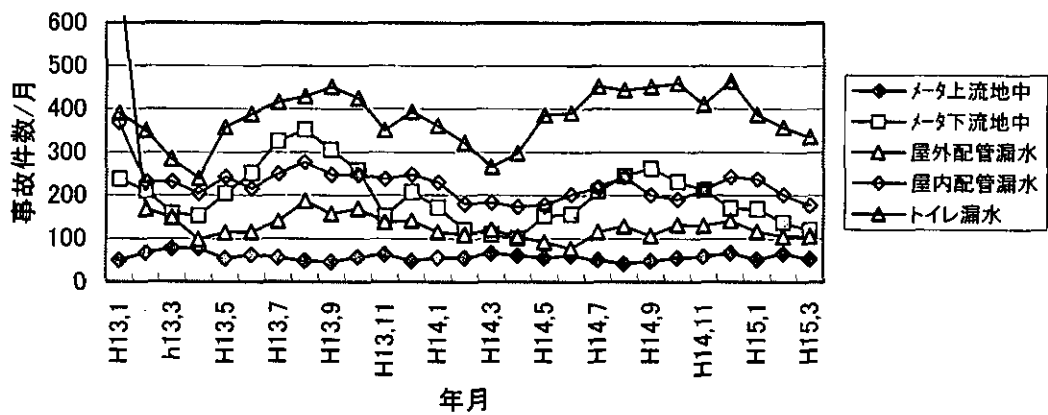


図-7 都市-Tにおける代表的事故の経月変動

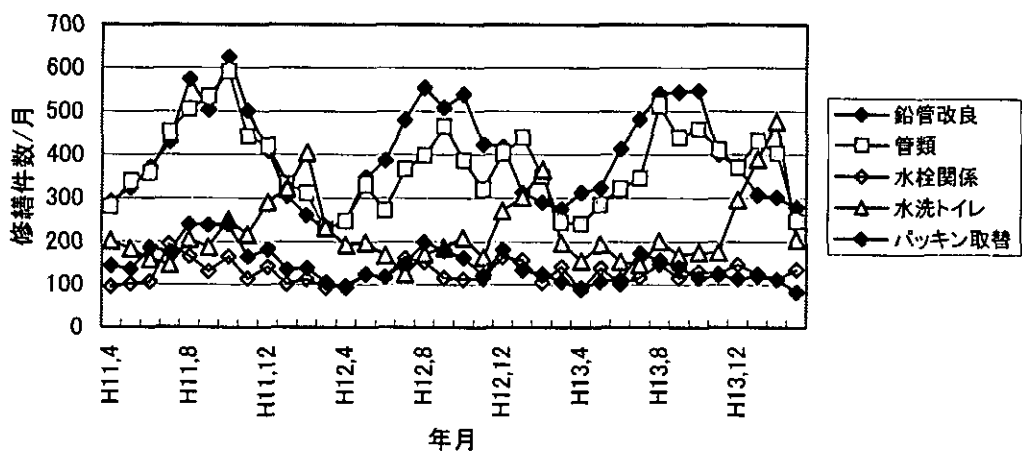


図-8 都市-Yにおける代表的事故の経月変動

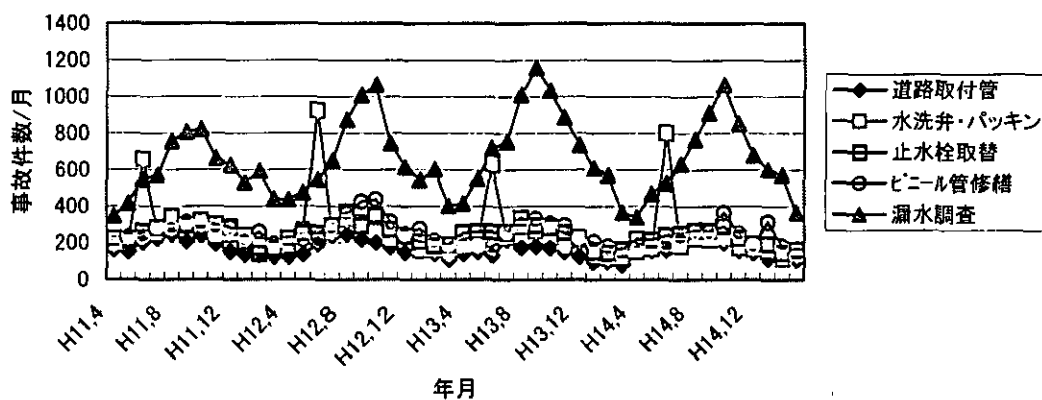


図-9 都市-Nにおける代表的事故の経月変動

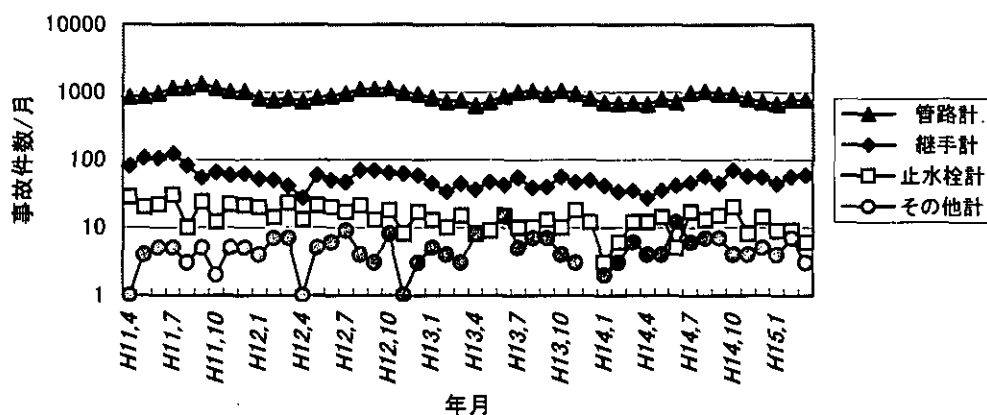


図-10 都市-Kにおける代表的事故の経月変動

都市-N の例示では（図-9）、例示事故の全てが夏季の増大を示している。なお、前述の理由で「水栓弁・パッキン」事故が6月に急増している。

都市-K での例示では（図-10）、全事故表示を意図して事故数軸を対数軸にしてプロットしてあるため経月変動がやや不明確となっているが、「管路計」、「継手計」は夏季に増大する傾向を示す。しかし、「止水栓計」の経月変動は、ランダムな変動を持っているように見受けられる。

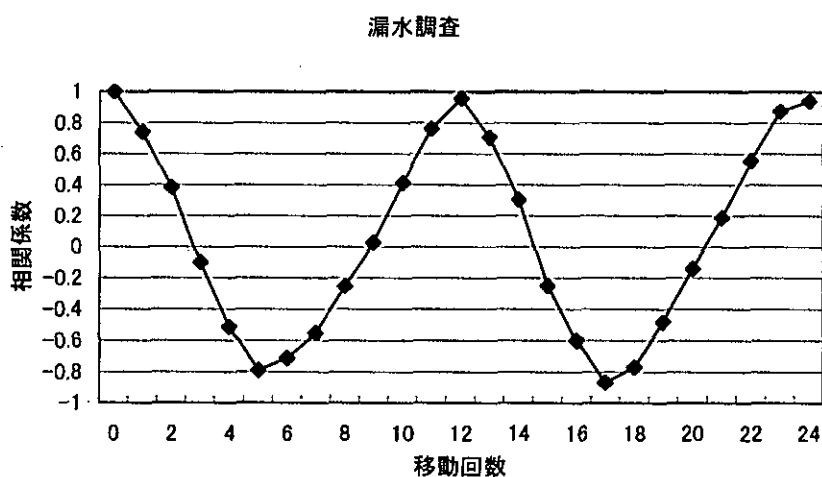
上記の例示に見るように、個別事故の多くは、前述の「事故総数」の経月変動と同様に夏季に増大する傾向をもつが、中には、冬季に増大する事故やランダムな変動をする個別事故も存在する。

そこで、給水システム内の事故発生の予防および事故への対応の手がかりを検索する事をも意図して、各都市の個別事故の殆ど全てに対して、①事故発生における周期性の有無、②季節との関連性の有無、③気温との関連性の有無について検討する事にした。

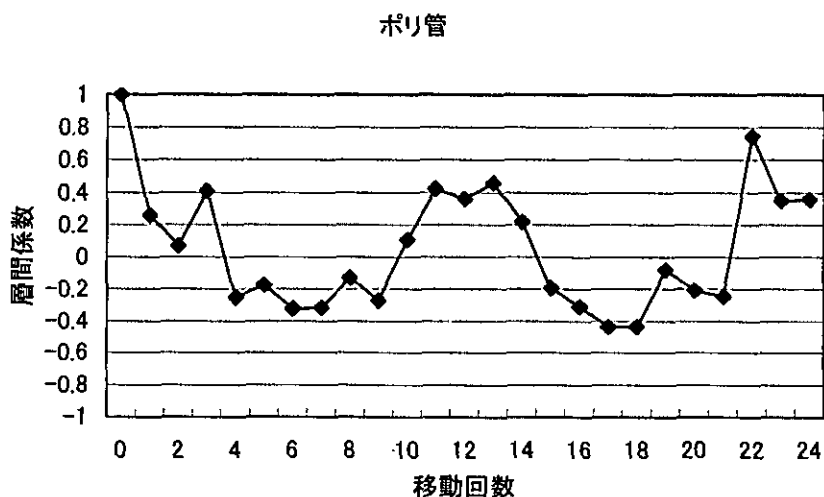
3-2-1 個別事故発生の周期性

事故発生の周期性は、12ヶ月単位の遅れ（移動）による自己相関性の検討による方法で行った。ここで、得られたコログラムに対する周期性の判断は、事前に用意しておいた一応の判断基準に基づいて実施した。

すなわち、周期性の有無の判断は、自己相関係数が $+1 \rightarrow -1$ 近傍 $\rightarrow +1$ 近傍 の経路を規則的に変化するとき「強い周期性(◎)あり」とし、経路に乱れが生じたり、屈曲点が0.7以下であるが規則的な経路を辿るとき等を「周期性あり(○)」と判断する事とした。下図の「漏水調査」の事例（都市-Y）では「強周期性；◎」とし、図-2（都市-Sの事故総数）の事例では「周期性あり(○)」とした。



一方、下図（都市-Yの「ポリ管」）に見るような事例の場合は、「周期性；△」とし、不規則な変化を示して周期性が認められない場合、「周期性；X」とした。



多分に主観の入り込む余地はあるものではあるが、上記の判断基準に基づく判断結果を表-4にまとめて示す。

表-4 各事故項目の周期性

都市-S			都市-Y		
系	故障箇所	周期性	系	故障箇所	周期性
給 水 系	公道	△	給 水 系	管 類	◎
	宅地内漏水	△		鉛管改良	◎
	水抜栓漏水・故障	X		属具類	◎
	屋内配管漏水	△		止水栓	X
	蛇口故障、出放	X		水栓関係	X
	ボイラー、受水槽	X		メータ	X
	凍結	○		水洗トイレ	◎
	他給水装置故障	X		パッキン取替え	○
	騒音・後処理苦情	◎		調 査	○
排 水	トイレ、下水	X	客依頼	○	
	その他	X	総 計	◎	
総計		○	都市-N		
都市-T			給 水 系 (局)	道路取付管	◎
給 水 系	メータ上流地中	△		水洗弁、パッキング	○
	メータ下流地中	◎		材料不使用修理	X
	屋外配管漏水	○		給水栓取替	X
	屋内配管漏水	○		止水栓取替	◎
	器具漏水	X		鉛管修繕	○
	器具交換	X		ビニル管修繕	◎
	トイレ漏水	◎		ポリ管修繕	△
	ポンプ関係	○		漏水調査	◎
	調 査	X	水道局の計	◎	
排 水 系	その他	X	セ ン タ ー	漏 水	X
	給水系計	◎	水洗便所	△	
	トイレ詰り	◎	排水管不良	△	
	台所詰まり	X	センターの計	X	
	屋内排水詰まり	X	都市-K		
	樹詰まり	○	給 水 系	管 路	◎
	私道詰まり	○		継 手	△
	排水管詰まり	X		止水栓	X
	排水管取り替え	X		その他	△
その他	X	総 計		◎	
排水系計	◎	都市-H			
		給	宅内漏水修理	◎	

◎；強周期性、○；周期性あり、△；弱周期性、X；周期性なし

表-4 から、給水系事故のうち周期性が認められないもの (x) を列挙すると、「水抜き栓、蛇口、ボイラー、装置故障、器具漏水、器具交換、止水栓、水栓、メータ、材料不使用修理、給水栓取替、止水栓」となり、その殆どが給水装置類の故障と関係するものである。

一方、何らかの周期変動性 (◎、○、△) を持つ事故のうちには、市民と関連性を持つもの (苦情、調査、客依頼・・) も一部あるが、大部分は管路に関連した事故である。

3-2-2 個別事故発生の季節および平均気温との関連性

前記のように、給水管路に関連する事故の多くは周期的変動性を持っている。この周期性がもたらされる原因を明らかにする事は給水系事故発生の予防・対策につながるものと考えられ、ここでは、まず、季節や気温との関連性を検討することにした。

解析方法として、①各個別事故の時系列データの月 vs 事故件数、または、気温 vs 事故件数の関係にプロット、②近似式および決定係数の確定、③近似式の有意性の検定、④最小値および/または最大値が出現する月・気温の算出 ($dy/dx=0$) というステップを踏んだ。

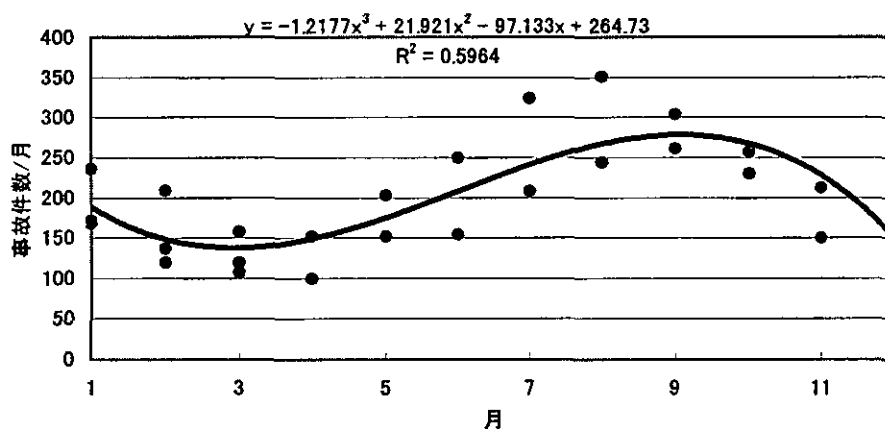


図-11 「メータ下流地中」(都市-T)の季節変動

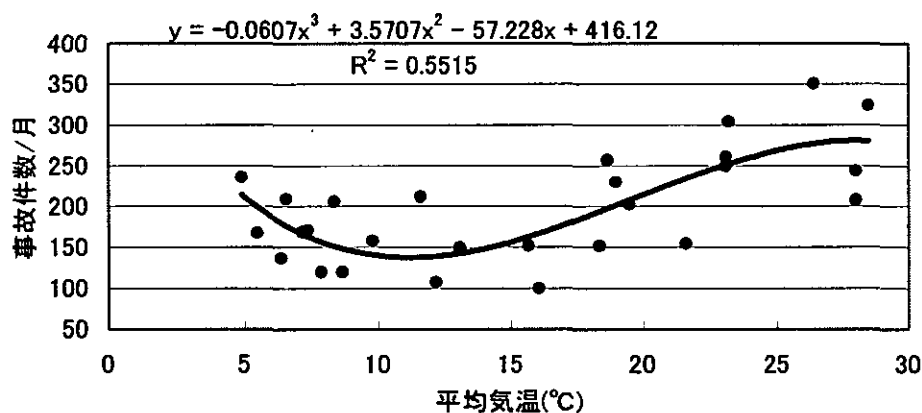


図-12 「メータ下流地中」(都市-T)と平均気温との関係

図-11～12は、都市-Tにおける「メータ下流地中」の漏水事故発生件数の季節または気温との関係を示している。

図-11に示す事故発生件数と季節との関係は3次式で近似されるが、決定係数=0.5964であり、1%危険率で有意である。発生率が最小または最大となる月を求めると、前者は2.9月(2月下旬)、後者は9.1月(9月上旬)となる。

一方、事故発生件数と平均気温との関係(図-12)は、2次式でも近似できるが、決定係数値の高い3次式で近似することとし、発生率が最小または最大となる月を求めると、前者は11.2℃、後者は28.0℃と計算された。

上記は解析過程を例示したものであるが、このような作業を全個別事故に適用した結果を付表-1、付表-2にまとめて示す。

一方、表-5は、各都市の各個別事故が「最少または最大に達する月」の範囲および平均値を付表-1に基づいて整理したものである。

表-5 各都市の個別事故発生最少月、最大月の出現範囲と平均値

都市	最少発生月		最大発生月		備考
	範囲	平均	範囲	平均	
S	2.9～5.2	4.3	6.3～8.5	7.4	凍結、水抜き栓の最低=2.9 最小、最大月の逆転;2事故
T	2.5～4.8	3.8	8.6～11.4	9.9	
Y	2.6～4.1	3.8	8.9～11.2	9.8	水洗トイレの最低月;7.4月
N	2.0～4.6	3.9	7.1～11.2	9.7	
K	2.4～5	2.5	6.2～9.3	8.2	
H	3.3	3.3	9.8	9.8	1種の事故のみ

表-5から、個別事故発生が最少となる月(平均)は、高緯度に位置する都市-Sでは4月初旬である。一方、他5都市は2月中旬～3月下旬の間にあり、5都市の位置する緯度の差は明確には出ていない。

また、個別事故発生が最大となる月(平均)は、都市-Sでは7月中旬である。しかし、他5都市の8月初旬～9月下旬であり、ここでも5都市の位置する緯度の差は明確には出ていない。このことは、図-5に示すように、都市-S以外の都市の平均気温に殆ど差が無い事と無縁でないかもしれない。

一方、表-6は、各都市の各個別事故が最少または最大に達する平均気温(都市-Sのみ最低気温)の範囲および平均値を付表-2から読んで整理したものである。

ここで、都市-Sのみは最低気温を用いているが、個別事故発生が最少となる気温の平均は-5.6である。しかし、1次直線の交点を求める方式を用いると、-7.9～-9.1℃以下になるとき事故が急増する事が認められた。

一方、他の5都市には平均気温を用いて個別事故との関係を検討しているが、都市-Tの多くの事故に対しては3次式で、都市-Yに対しては2次式で、都市-H,K,Hに対しては1次式で近似している。したがって、最少または最大となる平均気温を読み得るのは都市-T,Yのみであり、その平均的気温は13.3～14.5℃である。この温度は、表-5に示される「月」

に対応する平均気温（図-5 参照）とほぼ一致している。

なお、前述のように、都市-T に対しては 3 次式の方が 2 次式より決定係数値が高いため 3 次式近似をしたが、3 次→2 次→1 次の順位は、各都市の位置する緯度の順位とほぼ一致している。この一致が蓋然性のあるものか否かについては、さらに検討する必要があるであろう。

表-6 各都市の個別事故発生が最少または最大となる平均気温と範囲

都市	最少発生の平均気温		最大発生の平均気温		備 考
	範囲	平均	範囲	平均	
S	-0.1~-9.1	-5.6	-	(6.6)	最大発生は1事例のみ
T	11.2~14.8	13.3	24.3~31.4	26	3次式近似
Y	11.9~16.7	14.5	-	-	2次式近似、凹形
N	1次、気温に比例増加				1部3次式近似:min=11,max=23 事故は1種のみ
K	1次、気温に比例増加				
H	1次、気温に比例増加				

4、まとめ

給水系事故発生防止策の検索の観点から、前年度に都市 A で認められた現象が他の都市でも同様な傾向が認められるか否かを検討することとし、6 都市の給水システムにおける事故件数の周期変動性の検討と季節・気温との関連性の検討とを行った結果をまとめると、以下の通りとなる。

各都市の事故総数に対する解析結果から

- 1) 6 都市の「事故発生総数/月」の経月変動は、周期的変動の強度に若干の差が存在するが、12ヶ月単位の周期的な変動を反復している。
- 2) 周期関数式に基づく総事故件数/月の計算値の経月変動（図-4）は、実際値をほぼ反映していると考えられた。シミュレーション結果に基づく、事故総数の経月変動は、①12~2月にピークを持つ都市-Sのパターン、②8~9月の最大のピークと12~1月のやや低いピークとの2個のピークを持つ都市-T、Yのパターン、③8~10月に単一のピークを持つ都市-N、K、Hのパターンの3パターンに分類できる可能性がある。④ピーク時の事故発生率は、最低事故発生時期である春季の1.5~2.5倍に増大している。この原因が究明され、かつ、それが制御可能な因子であるとすれば、夏季~秋季にかけての給水システム内の事故発生率を低下させることは可能であろうと推察される。

各都市の個別事故に対する解析結果から

- 1) 給水系事故のうち、周期性が認められない事故の殆どは給水装置類の故障と関係するものである。逆に、周期変動性を持つ事故の大部分は管路に関連した事故である
- 2) 個別事故発生が最少となる月（平均）は、高緯度に位置する都市-Sでは4月初旬、他5都市は2月中旬~3月下旬の間にある。また、個別事故発生が最大となる月（平均）は、

都市-Sでは7月中旬、他5都市の8月初旬～9月下旬である。

- 3) 高緯度地にある都市-Sにおいては、給水系個別事故発生が最少となる最低気温の平均は -5.6°C (1次式の交点; $-7.9\sim-9.1^{\circ}\text{C}$)であった。

他の5都市には平均気温を用いて事故との関係を検討したが、都市-Tの事故の多くは3次式で、都市-Yの事故の殆どは2次式で、都市-H, K, Hの事故の殆どは1次式で近似できた。2次～3次式で近似できた都市-T, Yの事故が最少となる平均的気温は $13.3\sim 14.5^{\circ}\text{C}$ であるが、都市-N, K, Hの事故発生は、巨視的に見れば、温度上昇に比例して増大する傾向がある。

謝辞

本研究を行うにあたり、6都市の水道事業体および関連する管工事業団体から資料提供の御協力を戴くと共に、多くの便宜を図っていただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献 (研究発表)

- 1) 家屋内での水有効利用と環境負荷低減に資する給水システム構築に関する研究、平成14年度 総括・分担報告書 (平成15年3月)
- 2) 中村文雄、一都市における給水工事・事故の発生状況と事故発生数の推定、きゆうすい工事、5(1)、pp8-11(2003,1)
- 3) 中村 文雄、林 武治:一都市における給水工事・事故の発生状況と発生数の推定、第55回全国水道研究発表会、(2004,6,18)(投稿中)
- 4) 中村文雄、林 武治、花田裕己:給水装置における事故事例等の実態調査、第55回全国水道研究発表会、(2004,6,18)(投稿中)

付表-1 個別事故発生と季節との関係 - (1)

都市名	故障箇所	近似式、形態	相関性	最小月	最大月
都市-S	公道	2次、凹	◎	5.16	-
	宅地内漏水	2次、凸	◎	-	6.30
	水抜栓漏水・故障	2次、凹	◎	2.91	-
	屋内配管漏水	2次、凹	◎	6.89(2.9)	-
	蛇口故障、出放	2次、凸	X	-	-
	ボイラー、受水槽	2次、凹	X	-	-
	凍結	2次、凹	◎	7.33(2.9)	-
	他給水装置故障	2次、凸	X	-	-
	騒音・後処理苦情	2次、凸	◎	-	8.49
	トイレ、下水	2次、凹	X	5.21	-
	その他	1次、増加	○	-	-
	総計	2次、凹	◎	7.22(2.9)	-
都市-T	メータ上流地中	3次	◎	9.2	3.4
	メータ下流地中	3次	◎	2.9	9.1
	屋外配管漏水	3次	○	4.8	10
	屋内配管漏水	3次	◎	4.3	10
	器具漏水	3次	X	3.6	11.1
	器具交換	3次	X	9.8	4.6
	トイレ漏水	3次	◎	3.2	9.7
	ポンプ関係	3次	◎	2.5	8.6
	調査	3次	○	4.4	11.4
	その他	2次、凹	X	4.5	-
	給水系計	3次	◎	3.8	9.8
	トイレ詰り	2次、凹	◎	6.9	-
	台所詰まり	2次、凹	X	6.9	-
	屋内排水詰まり	1次、減少	X	-	-
	樹詰まり	2次、凹	◎	7.9	-
	私道詰まり	3次	◎	9.2	2.9
	排水管詰まり	2次、凹	◎	5.4	-
	排水管取り替え	1次、増加	X	-	-
	その他	1次、減少	X	-	-
	排水系計	2次、凹	◎	7	-

網かけ部分は、夏期に最低、春期に最大となる事故項目

付表-1 個別事故発生と季節との関係 - (2)

都市名	故障箇所	近似式、形態	相関性	最小月	最大月
都市-Y	管類	3次	◎	2.6	9.4
	鉛管改良	3次	◎	3.6	9.7
	属具類	3次	◎	4	11.2
	止水栓	3次	○	2.9	8.9
	水栓関係	3次	○	3.2	10.1
	メータ	1次、減少	X	-	-
	水洗トイレ	2次、凹	◎	7.4	-
	パッキン取替え	3次	◎	2.9	9.4
	調査	3次	◎	3.3	9.3
	客依頼	3次	◎	4.1	10.1
	総計	3次	◎	3.7	9.7
都市-N	道路取付管	3次	◎	2	8.8
	水洗弁、パッキング	2次、凸	◎	-	7.1
	材料不使用修理	3次	◎	4.6	9.6
	給水栓取替	2次、凸	◎	-	9.3
	止水栓取替	3次	◎	2	9
	鉛管修繕	3次	◎	2.7	9
	ビニル管修繕	3次	◎	3.4	9.6
	ポリ管修繕	3次	◎	2.2	8.8
	漏水調査	3次	◎	3.3	9.7
	水道局の計	3次	◎	2.7	9.3
	漏水	3次	◎	4	10.3
	水洗便所	3次	◎	2.3	10.6
	排水管不良	3次	◎	9.2	3.5
	センターの計	3次	◎	4	11.2
都市-K	管路	3次	◎	2.5	9.3
	継手	2次、凸	○	-	8.5
	止水栓	2次、凸	○	-	8
	その他	2次、凸	○	-	6.2
	総計	3次	◎	2.4	9.2
	赤水発生	2次、凸	◎	-	7.5
都市-H	宅内漏水修理	3次	◎	3.3	9.8

網かけ部分は、夏期に最低、春期に最大となる事故項目

付表-2 個別事故発生と気温との関係 - (1)

都市名	故障箇所	近似式、形態	相関性	最小温度	最大温度
都市-S	公道	一次、減少	○	—	—
	宅地内漏水	2次、凸	◎	—	6.6
	水抜栓漏水・故障	3次	○	10.5	-5.7
	屋内配管漏水	3次	◎	-0.02(-7.9)	—
	蛇口故障、出放	3次	X	—	—
	ボイラー、受水槽	2次、凹	X	-0.1	—
	凍結	3次	◎	-1.9(-9.1)	—
	他給水装置故障	1次、増加	X	—	—
	騒音・後処理苦情	1次、増加	◎	—	—
	トイレ、下水	2次、凹	X	-1.5	—
	その他	1次、増加	X	—	—
	総計	3次	◎	-2.2(-9.1)	—
都市-T	メータ上流地中	1次、減少	X	—	—
	メータ下流地中	3次	◎	11.2	28.0
	屋外配管漏水	3次	◎	13.4	24.3
	屋内配管漏水	3次	◎	13.5	26.9
	器具漏水	3次	○	13.3	27.7
	器具交換	1次、増加	X	—	—
	トイレ漏水	3次	◎	11.2	29.9
	ポンプ関係	2次、凹	◎	12.4	—
	調査	3次	○	14.8	31.4
	その他	2次、凹	X	17	—
	給水系計	3次	◎	13	27.4
	トイレ詰り	1次、減少	◎	—	—
	台所詰まり	1次、減少	○	—	—
	屋内排水詰まり	1次、減少	X	—	—
	樹詰まり	1次、減少	◎	—	—
	私道詰まり	1次、減少	◎	—	—
	排水管詰まり	1次、減少	X	—	—
	排水管取り替え	1次、増加	X	—	—
	その他	1次、減少	X	—	—
	排水系計	1次、減少	◎	—	—

網かけ部分は、夏期に最低、春期に最大となる事故項目

付表-2 個別事故発生と気温との関係 - (2)

都市名	故障箇所	近似式、形態	相関性	最小温度	最大温度
都市-Y	管 類	2次、凹	◎	13.1	—
	鉛管改良	1次、増加	◎	—	—
	属具類	2次、凹	—	16.7	—
	止水栓	2次、凹	◎	14.1	—
	水栓関係	2次、凹	◎	14.6	—
	メータ	1次、増加	—	—	—
	水洗トイレ	2次、凹	◎	15.0	—
	パッキン取替え	2次、凹	◎	11.9	—
	調 査	2次、凹	◎	13.8	—
	客依頼	2次、凹	○	16.6	—
	総 計	2次、凹	◎	14.7	—
都市-N	道路取付管	1次、増加	◎	—	—
	水洗弁、パッキング	1次、増加	◎	—	—
	材料不使用修理	3次	◎	11.1	23.4
	給水栓取替	1次、増加	○	—	—
	止水栓取替	1次、増加	◎	—	—
	鉛管修繕	1次、増加	◎	—	—
	ビニル管修繕	1次、増加	○	—	—
	ポリ管修繕	1次、増加	◎	—	—
	漏水調査	1次、増加	◎	—	—
	水道局の計	1次、増加	◎	—	—
	漏 水	2次 凹	◎	15.7	—
	水洗便所	2次 凹	◎	11.6	—
	下水管閉塞	1次、減少	◎	—	—
	排水管不良	1次、減少	X	—	—
センター計	2次 凹	◎	15.8	—	
都市-K	管 路	1次、増加	◎	—	—
	継 手	1次、増加	○	—	—
	止水栓	1次、増加	X	—	—
	その他	1次、増加	○	—	—
	総 計	1次、増加	◎	—	—
都市-H	宅内漏水修理	1次、増加	○	—	—

Ⅱ-1-2. 給水システムの維持管理に関する研究(2)；

給水装置における事故事例等の実態調査結果

(財) 給水工事技術振興財団

1. 調査趣旨

本実態調査結果は、厚生労働科学研究の一環として、平成 14 年度に行った各水道事業体に対するアンケート調査による回答を解析したものである。

2. 調査期間

調査は、平成 15 年 1 月から 3 月にかけて実施し、事故等の調査対象期間は、平成 11 年度から平成 13 年度に発生した事例とした。

3. 調査依頼した水道事業体及び回答率

調査は、給水人口が概ね 5 万人以上の水道事業体を対象に、全国 398 の事業体を無作為に抽出し依頼した。そのうち 260 の事業体から回答を得た。回答率は、65.3%である。

回答があった事業体の規模及び地方別内訳は次のとおり。

・ 給水人口 100 万人以上	…… 12 事業体	・ 北海道地方	…… 12 事業体
・ " 50 万人以上 100 万人未満	… 8 事業体	・ 東北地方	…… 28 事業体
・ " 30 万人以上 50 万人未満	… 31 事業体	・ 関東地方	…… 54 事業体
・ " 10 万人以上 30 万人未満	… 94 事業体	・ 中部地方	…… 67 事業体
・ " 5 万人以上 10 万人未満	… 101 事業体	・ 関西地方	…… 50 事業体
・ " 5 万人未満	…… 14 事業体	・ 中国・四国地方	… 24 事業体
		・ 九州・沖縄地方	… 25 事業体

4. 調査方法

様式を定めた調査票（別紙）を郵送し、一定期間内に回答を要請する方式を採用した。

5. 集計・分析結果

5.1 調査表 I（給水装置使用材料等の調査）

①現在使用している給水管について

現在使用している給水管は、ポリエチレン管（二層管）、ダクタイトル鉄管、硬質塩化ビニルライニング鋼管等概ね 15 種類となっており、各水道事業体（以下「事業体」という。）とも複数の管種を使用している。（表 - 1）

最も多く使用しているのは、ポリエチレン管（二層管）で 152 事業体となっており、回答があった 260 事業体の 58.5%が使用している。次が、耐衝撃性硬質塩化ビニル管とダクタイトル鉄管でそれぞれ

107 事業体 (41.2%)、硬質塩化ビニルライニング鋼管 72 事業体 (27.7%)、硬質塩化ビニル管 43 事業体 (16.5%)、ステンレス管 37 事業体 (14.2%) などとなっている。

表 - 1 現在の使用管種と使用開始年代集計表 (回答：260 事業体)

管種	水道事業体数	使用開始年代									
		1929年以前	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明
ダクタイル鋳鉄管	107					22	24	10	20	2	29
鋳鉄管	11	3	2				1	1	1		3
ステンレス管	37							15	19	2	1
硬質塩化ビニルライニング鋼管	72				2	2	22	18	10		18
耐熱性硬質塩化ビニルライニング鋼管	1										1
ポリ粉体ライニング鋼管	15						4	8	2		1
亜鉛メッキ鋼管	7			1	4		1				1
鉛管	2		2								
ライニング鉛管	0										
銅管	4		1		1	1					1
塗覆装鋼管	2						1	1			
耐衝撃性硬質塩化ビニル管	107					6	27	47	16		11
硬質塩化ビニル管	43	1		1	11	9	3	8	2		8
ポリエチレン管	19				2	2	5	6	2	1	1
ポリエチレン管(二層管)	152				5	8	19	31	67	16	6
架橋ポリエチレン管	2								2		
ポリブテン管	0										
石綿セメント管	0										
軟質塩化ビニル管	1		1								

また、いくつかの事業体は亜鉛メッキ鋼管、鉛管、銅管など、現在も採用しているとしている。開発された時期が比較的新しい架橋ポリエチレン管は 2 事業体で使用している。

なお、ライニング鉛管、石綿セメント管は、いずれの事業体も使用していない。

使用時期については、事業体によってかなり分散しているが、最も多く使われているポリエチレン管(二層管)は、1993年に JIS 規格化されたが、概ね 1990 年代に使用された事業体が最も多い。他の管種は 1970 年代頃から 1990 年代頃にかけて使用を開始している事業体が多い。

回答があった事業体の使用管種の構成比を図 - 1 に示す。

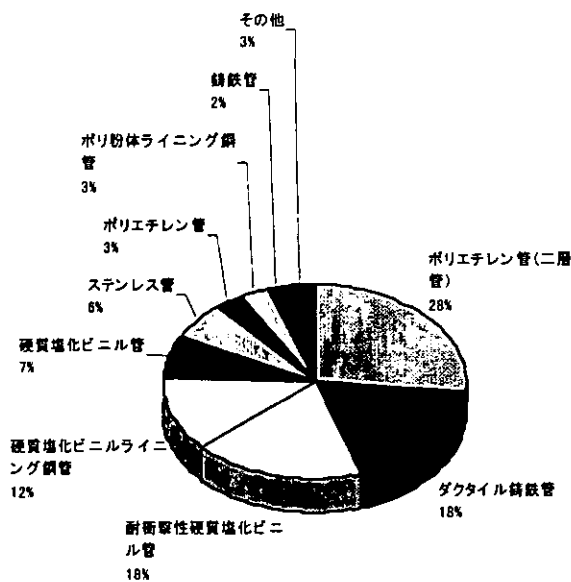


図-1 現在の使用管種 (構成比)

②過去に使用した給水管について

過去の使用管種は、鉛管の206事業体（回答事業体の79.2%）、を筆頭に、硬質塩化ビニル管124事業体（同47.7%）、亜鉛メッキ鋼管104事業体（同40.0%）、ポリエチレン管81事業体（同31.2%）、銅管39事業体（同15.0%）などとなっている。（表-2）

表-2 過去に使用した管種と使用開始年代集計表（回答：260事業体）

管種	水道事業体数	使用開始年代												
		1899年以前	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明
ダクタイル鋳鉄管	12						1	1	2	2		2		4
鋳鉄管	28		1	3	4	4		5	3		1			7
ステンレス管	1										1			
硬質塩化ビニルライニング鋼管	30							1	6	11	1			11
耐熱性硬質塩化ビニルライニング鋼管	1									1				
ポリ粉体ライニング鋼管	6								1	1	3	1		
亜鉛メッキ鋼管	104			1	8	19	5	21	11					39
鉛管	206	4	2	7	25	36	5	36	26	3		2		60
ライニング鉛管	7								1		5			1
銅管	39				4	11		11	5					8
塗覆装鋼管	4					1		1		1				1
耐衝撃性硬質塩化ビニル管	18								4	5	5	1		3
硬質塩化ビニル管	124		1			1	2	46	24	5	1			44
ポリエチレン管	81							14	15	27	11			14
ポリエチレン管(二層管)	4							1		1				2
架橋ポリエチレン管	0													
ポリブテン管	0													
石綿セメント管	25				1	4	2	10	3					5
軟質塩化ビニル管	1							1						

表-3 過去に使用した管種の使用終了年代集計表（回答：260事業体）

管種	水道事業体数	使用終了年代								
		1939年以前	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明
ダクタイル鋳鉄管	12				1	1	1	8	1	
鋳鉄管	28			1	11	7		2		7
ステンレス管	1						1			
硬質塩化ビニルライニング鋼管	30				1	5	12	6	4	2
耐熱性硬質塩化ビニルライニング鋼管	1					1				
ポリ粉体ライニング鋼管	6				1		1	4		
亜鉛メッキ鋼管	104		1	6	18	33	16	8		22
鉛管	206			12	26	63	79	13		13
ライニング鉛管	7						3	2	1	1
銅管	39		1	2	6	4	5	8		12
塗覆装鋼管	4				1	2				1
耐衝撃性硬質塩化ビニル管	18					1	3	6	5	3
硬質塩化ビニル管	124			3	8	35	33	19	3	23
ポリエチレン管	81			2	6	7	23	35		8
ポリエチレン管(二層管)	4						1	2		1
架橋ポリエチレン管	0									
ポリブテン管	0									
石綿セメント管	25				7	9	2	1		6
軟質塩化ビニル管	1				1					

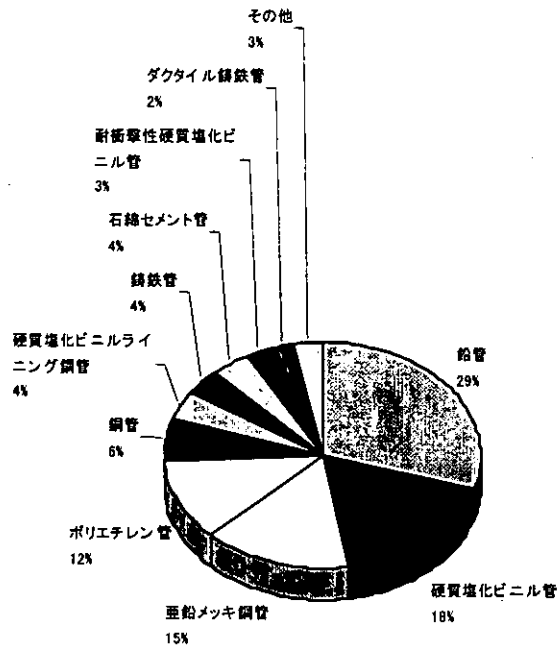


図 - 2 過去の使用管種 (構成比)

過去に使用したことがある管種の割合は図 - 2 のとおりである。

過去に使用した管種及び使用時期については、1930年代以前は圧倒的に鉛管と亜鉛メッキ鋼管が多く、これらは各事業体とも1960年代までには使用し始めている。他の管種については、1950年代から1980年代にかけて使用を開始している。硬質塩化ビニル管などの樹脂管は、1955年頃から1980年代前半にかけて使用し始めている。しかし、過去に使用した管種の使い始めの時期は、不明とする事業体も多くなっている。

過去に使用した管種で使用を終了した時期については、各事業体によって大きなばらつきがあるが、

鉛管や亜鉛メッキ鋼管は1960年代から1980年代に終了した事業体が多い。樹脂管等は、1970年代後半から1990年代前半にかけて使用を終了している。(表 - 3)

③配水管からの分岐方法の採用状況

配水管からどのような方法で分岐しているかについては、ほとんどの事業体でサドル付分水栓を採用している。分水栓（甲形、乙形）を現在も採用している事業体はほとんどない。また、口径50mm以上の給水管を分岐するために使用する割丁字（二つ割、三つ割）については、いずれかまたは双方とも採用している事業体が多い。

採用した時期は、サドル付分水栓（1985年JWWA規格化）、割丁字とも、ばらつきがあり統計的に明確にできないが、概ね1965年頃から1985年頃が比較的多い。分水栓（甲形、乙形）の終了時期については、概ねこの時期に終了されていると判断される。(表 - 4)

④水道メータ上流側の止水栓設置状況

メータ上流側の止水栓の設置については、ほとんどの事業体で設置している。設置場所は、官民境界からの距離を定めたもの、メータボックス内としたもの、双方に設置しているものなどあるが、メータ直近上流部に設置している事業体が多い。古い給水装置には未設置とした事業体もある。

⑤水道メータ付近の逆止弁設置状況

逆止弁については、多くの事業体が設置しており、2,3階建て住宅の場合や給水管口径によるとし

た事業体を含めると80%強の事業体が設置している。逆止弁は、止水栓と一体型のタイプを使用しているとした回答が多い。(表-5)

表-4 配水管からの分岐方法と分岐器具の使用開始・終了年代集計表

サドル付分水栓 (13mm~50mm)	水道事業体数	使用開始年代											
	221	1949年以前	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明				
		4	13	59	87	40	7	1	10				
	水道事業体数	使用終了年代											
1	1989年以前	1990	2000	不明									
	1												
分水栓(甲形) (13mm~25mm)	水道事業体数	使用開始年代											
	88	1909年以前	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明
		2	5	13	21	4	20	13	2	4	2		2
	水道事業体数	使用終了年代											
92	1949年以前	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明					
	1	4	22	36	23	1	5						
分水栓(乙形) (13mm~25mm)	水道事業体数	使用開始年代											
	94	1909年以前	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明
		1	4	10	14	1	38	19	2	2			3
	水道事業体数	使用終了年代											
100	1949年以前	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明					
	1	3	22	48	21	2	3						
割丁字(二つ割) (50mm以上)	水道事業体数	使用開始年代											
	193	1939年以前	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明			
		3		4	51	41	19	11	1	63			
	水道事業体数	使用終了年代											
7	1970	1980	1990	2000	不明								
	5	2											
割丁字(三つ割) (50mm以上)	水道事業体数	使用開始年代											
	128	1949年以前	1950	1960	1970	1980	1990	2000	不明				
		2	3	43	48	18	5	2	7				
	水道事業体数	使用終了年代											
2	1979年以前	1980	1990	2000	不明								
	1	1											

表-5 止水栓・逆止弁設置状況集計表

	回答事業体数	設置している事業体数	設置していない事業体数	どちらのケースもある事業体数
止水栓	257	237	4	16
逆止弁	253	125	49	79

5・2 調査票Ⅱ（給水装置の漏水等事故の年度別調査）

①給水装置の漏水・破裂事故における管種・箇所・原因等の年度別調査

この調査は、平成11年度から平成13年度の3か年における鉛管、ポリエチレン管等の漏水・破裂事故を箇所別・原因別に集計したものである。（表-6）（表-7）（表-8）

集計に当たっては、箇所別・原因別に分類がない事業体や特定の管種のみ記入した回答等回答の形態が異なるため、比較や傾向を把握するため管種別・箇所別・原因別にそれぞれ事業体単位の平均事故件数（原因別事故件数を回答事業体数で除した値）を算出し、これを基礎データとした。

【管体部】

<腐食>

管体部では、圧倒的に鉛管の腐食が多く各年度平均は約240件、他の管種を含めた割合では63%を占め、給水装置における漏水・破裂事故の多くは、鉛管であることが改めて証明されている。（図-3）

硬質塩化ビニル管やポリエチレン管等の樹脂管の事故は、おそらく、土壤中に浸透した灯油やガソリン、有機溶剤等によるものと推定される。

管体部（腐食）

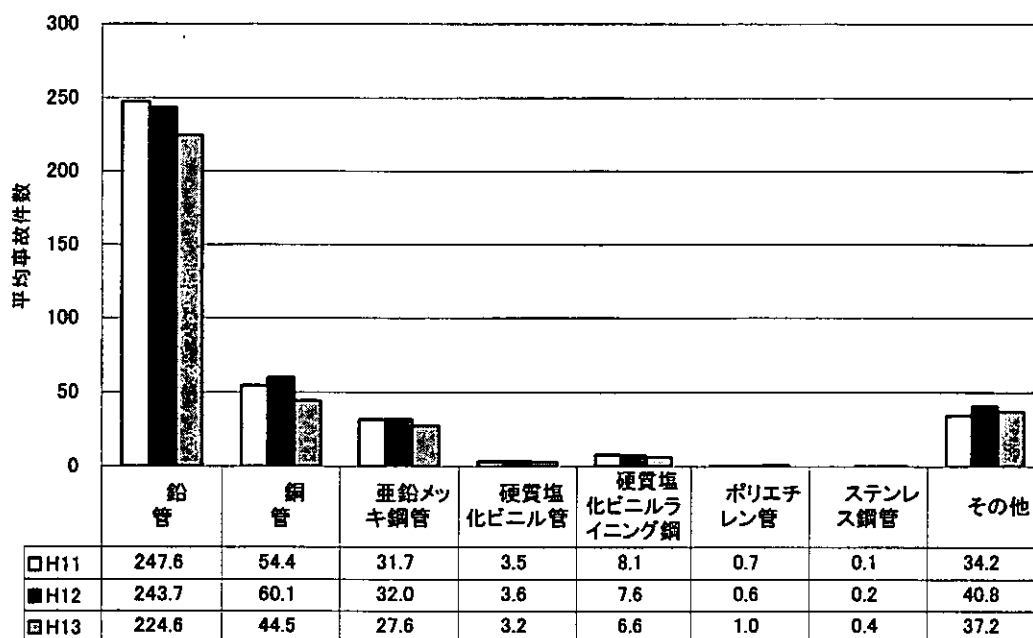


図-3 漏水・破裂事故平均件数

<亀裂>

亀裂では、ポリエチレン管が他の管種と比べ際立っているのが特徴的である。各年度平均して120件程度発生し、45%を占めている。（図-4）

このポリエチレン管は、1世代前の管（一層管）と考えられる。硬質塩化ビニル管も50件で19%と比較的多い。これらの樹脂管は、一般的に耐腐食には優れているが、亀裂等の原因である機械的な応力に対しては劣るという弱点を持っている。ステンレス管の管体亀裂は、この管特有の応力腐食割れと考