

第4章 沿道への影響調査

4.1 植生への影響文献調査

4.1.1 調査概要

(1) 目的

凍結防止剤の植物への影響を検討するために、既往文献の収集・整理を行った。

(2) 調査の方法

文献検索は、独立行政法人 科学技術振興機構（JST）の持つ以下の文献データベースを用い、凍結防止剤や塩害と植物の関係をキーワードとして検索を行った。

また、その他にも農林水産試験研究年報、凍結防止剤関連書籍についても整理を行った。

独立行政法人 科学技術振興機構（JST）の文献データベースは以下のものである。

I : JSTPLUS

科学技術全分野に関する文献情報を収録。世界 50 カ国の情報を含む 1981—
（月 4 回） 約 1,400 万件

II : JST7580

科学技術（医学を含む）全分野に関する文献情報を収録。世界 50 カ国の情報
を含む 1975—1980 約 220 万件

III : JMEDPLUS

日本国内発行の資料から医学、薬学、歯科学、看護学、生物科学、獣医学、
等に関する文献情報を収録。 1981—（毎月） 約 280 万件

文献検索は上記のデータベースについて以下のような条件で文献抽出を行った。

- ① 対象：国内文献・資料
- ② 期間：近年 10 カ年程度
- ③ 検索キーワードと抽出文献

キーワード別の件数は以下の通りであった。

塩害 3933 件

塩害&被害 207 件

凍結防止剤 2587 件

凍結防止剤&被害 49 件

塩害&植物&被害：JSTPLUS 76 件+JST7580 7 件 =83 文献

凍結防止剤&植物&被害：JSTPLUS 13 件+JST7580 4 件 =17 文献

以下の農林水産試験所の研究資料についても確認を行った。

- ・農林水産試験研究年報 農業編・林業編 国立（平成12年度～13年度）
農林水産技術会議事務局編
- ・農林水産試験研究年報 農業編・林業編 公立（平成12年度～14年度）
農林水産技術会議事務局編

その他の書籍関係として以下の凍結防止剤関連書籍についても参考とした。

□土壌について

「改著 土壌肥料ハンドブック」奥田東ら共著，養賢堂，1965

「塩集積土壌と農業」日本土壌肥料学会編，博友社，2000

□植物への影響

「農学大事典」農学大事典編集委員会編，養賢堂，1987

農作物等に対する被害発生塩分量。

「路面凍結防止剤と植物」有村恒夫

「作物の耐塩性とその機構」但野利秋，化学と生物 Vol.21, No.7, p 439～445，
1983

「土と食料—健康な未来のために」日本土壌肥料学会編，朝倉書店，1998

「植物と環境ストレス」伊豆田猛 編著，コロナ社，2006

□河川への影響

「農業水利学」石橋豊林ら共著，朝倉書店，1966

□水源への影響

「水質基準に関する省令（H4.12.21 厚令69）」

□魚類への影響

「魚類生理学概論」田村保編，恒星社厚生閣，1977

□凍結防止剤の飛散に関して（日本道路公団資料）：平成14年度に入手（以降未調査）

平成13年度凍結防止剤によるアルカリ骨材反応影響確認試験報告書

（日本道路公団中部支社名古屋技術事務所 技術指導課 調査等 2001年度）

防錆剤添加凍結防止剤の諸特性試験報告書

（日本道路公団試験研究所交通環境研究部 交通研究室 調査等 1997年度）

平成11年度北上管内凍結防止剤実態調査報告書

（日本道路公団東北支社北上管理事務所 工務 調査等 1999年度）

凍結防止剤の副次的影響調査（その3）報告書

（日本道路公団試験研究所交通環境研究部 交通研究室 調査等 2000年度）

凍結防止剤流出調査報告書

（日本道路公団東北支社山形管理事務所 工務 調査等 1991年度）

凍結防止剤の副次的影響調査（その2）報告書

（日本道路公団試験研究所交通環境研究部 交通研究室 調査等 1999年度）

平成10年度凍結防止剤の副次的影響調査報告書

(日本道路公団試験研究所交通環境研究部 交通研究室 調査等 1998年度)

□その他

「冬季路面管理と環境の調和 1992年1月調査報告書」(北方都市会議 冬季都市環境問題研究部会)

「土壌の事典」(久馬一剛ら編, 朝倉書店, 1993)

「土壌肥料綜説」(奥田東, 養賢堂, 1991)

「植物生産生理学」(石井龍一, 朝倉書店, 2001)

「作物の要素過剰欠乏症」(高橋英一ら, 農山漁村文化協会, 1990)

「作物の生育と環境」(西尾道徳ら, 農山漁村文化協会, 2004)

「新しい水道の常識」(藤田賢二 監修, 日本水道新聞社, 1995)

「土壌養分分析法」(土壌養分測定法委員会編, 養賢堂, 1997)

「調査研究報告 薬剤散布と路面塩分濃度の測定方法」(西村泰弘ら, ゆき No. 28, 1997)

4.1.2 検索結果

独立行政法人 科学技術振興機構 (JST) の持つ全ての文献(約 2000 万件)及び「農林水産試験研究年報 農業編・林業編」国立2年分と公立3年分、その他の26冊の書籍を確認した。検索資料の中から、調査の対象文献リストを表4-1-1、表4-1-2に示した。

文献及びその他資料を基に、凍結防止剤及び凍結防止剤成分の植物への望ましい影響レベルを整理した。

表4-1-1 凍結防止剤の影響に関する調査対象文献

No	タイトル	著者	年-月
凍結-1	高速道路に植栽されたトウヒ属樹木の被害状況	香山雅純, 北岡哲, 北橋喜範, (北大) 丸山温, 北尾光俊, (森林総研 北海道支所) QUORESHI A M, 小池孝良, (北大 北方生物圏フィールド科セ)	2002-02
凍結-2	道路凍結防止剤散布による植物枝葉の枯れ方	春木雅寛, (北大)	2001-11
凍結-3	道路凍結防止剤の植物, 土壌動物などへの影響	春木雅寛, (北大)	1999-11
凍結-4	凍結防止剤による道路際の植物への影響	古川, (長野県林業総セ)	1994-12
凍結-5	凍結防止剤の植物に及ぼす影響	井上省子, 里内勝, (滋賀県短大)	1979
凍結-6	凍結防止剤に対する植物の耐塩性について(1)	足立克久	1974

表 4-1-2 潮（塩害）に関する調査対象文献

No	タイトル	著者	年-月
塩害-1	潮風による水稻の減収推定尺度	丸山篤志, (九州農試)	2001-10
塩害-1'	潮風による水稻の減収推定尺度	丸山篤志, 大場和彦, 黒瀬義孝, (九州農試)	2001-09
塩害-2	水稻に対する塩害と対策技術	長谷川進, (北海道花・野菜技術セ)	1998-07
塩害-3	海浜台地の畑作のダイズにおける 1995 年の潮風害の症状	芝山秀次郎, 田中明, 千布寛子, 長谷川千絵, 真島佳代子, 松尾光弘, (佐賀大 海浜台地生物生産研セ)	1997-12
塩害-4	1991 年に発生したカンキツに対する潮風害の実態	夏秋道俊, 野方俊秀, 岩切徹, (佐賀県果樹試)	1996-03
塩害-5	カンキツの潮風害とその回復対策 第 1 報 潮風害が果実, 細根, 翌年の生長に及ぼす影響と落葉後に発生した秋葉の耐凍性	緒方達志, 高辻豊二, 村松昇, (果樹試 口之津支場)	1995-03
塩害-6	台風によるシブキの発生と塩害	戸原義男, 森健, 四ヶ所四男美, 平松和昭, (九大 農)	1994-07
塩害-7	佐賀県における 1991 年大型台風の気象特性と水稻被害の実態および解析	山本勇, 福田敬, 三原実, 松雪セツ子, 横尾浩明, 広田雄二, (佐賀県農業試験研セ) 中村大四郎, (佐賀県経済連) 雪竹照信, (佐賀県農大)	1993-12
塩害-8	長崎県における平成 3 年大型台風による水稻被害の実態と解析 第 1 報 水稻被害の実態	小川義雄, 佐田利行, 下山伸幸, (長野県総合農林試)	1992-12
塩害-9	1991 年の台風 17 号による水稻潮風害の実態について	市丸喜久, 牧山繁生, (佐賀県小城農業改良普及所) 水田徳美, 土橋利則, 釘本忠人, 岩田誠一郎, (小城郡農協)	1992-12
塩害-10	臨海埋立地における緑化樹の潮風害の季節的变化	沖中健, 賤機高康, 堀口正昭, 小林達明, (千葉大 園芸)	1989-03
塩害-11	緑化樹の耐塩性に関する研究 葉内浸入塩素量を指標として	沖中健, 菅原恩, (千葉大 園芸)	1986-10
塩害-12	模型ヘリコプターによる風倒木調査と潮風害の研究	川瀬清, 太田路一, (北大農・演習林)	1983
塩害-13	台風 6 号による南関東地方の塩風害調査	中原孫吉, (千葉大) 上平末男, (生物環境技術研究所)	1976

(1) 凍結防止剤成分と農作物への望ましい影響レベル

凍結防止剤の主な成分の土壌中濃度と農作物への影響を示した数値を、表 4-1-3 から表 4-1-5 に示す。

項目別には以下のとおりである。

- ・Cl⁻: 「キュウリ」のような耐塩性の低い作物の場合には 400 mg/kg 以下、一方「水稻」は耐塩性が強く、最も影響を受けやすい本田初期では 700 ppm 程度まで、発芽初期では 6000 ppm 程度までの高い濃度まで耐性があるとされていた。(表 4-1-3、表 4-1-4 参照)

- ・Na⁺: 通常の農用地で、良好土壌といわれるものでは、各塩基の割合は、
Ca : Mg : K : Na = 70~80 % : 10~20 % : 5~10 % : 5~10 %
とされている。

Na⁺は、一般の農用地では、Ca、K と並び一定濃度が必要とされており、0.5 me/100g 程度以下は望ましくないレベルとなっている。(表 4-1-5 参照)

しかし、塩基置換容量との比 (Na⁺/CEC) では、12~15 % を超えると土壌硬化が発生し、農作物の生育に影響を及ぼすとされている。(表 4-1-3 参照)

表 4-1-3 農用地土壌の評価目安

	対象物	項目	望ましい影響レベル	影響レベルを満足しない時に予想される現象
a)	土壌（農作物等）	Cl ⁻	400 mg/kg 以下	耐塩性の弱いキュウリの生育不良が発生
b)	土壌	(Na ⁺ /CEC)	12~15 % 以下	土壌の硬化、透水性の悪化

出典：a) 奥田ら（1965）土壌・肥料ハンドブック-1965年-

b) (社) 日本土壌肥料学会

表 4-1-4 塩素イオン濃度と水稻の生育被害濃度

発育ステージ	Cl ⁻ 濃度と被害内容
発芽	6000 ppm で遅れ、8000 ppm で発芽率低下
苗代	1800 ppm で育成抑制、3000 ppm で枯死
本田初期	700 ppm 前後から被害（内容不明）
出穂後	1000 ppm 以下で被害軽微（内容不明）

出典：土壌通論(p143)

表 4-1-5 農用地土壌中の各吸収態塩基量の標準レベル

項目	望ましい量			望ましくない量		
	目方(mg)	me/100g	乾土に対するパーセント	目方(mg)	me/100g	乾土に対するパーセント
カルシウム(Ca)	200以上	10以上	0.2%以上	100以下	5以下	0.1%以下
マグネシウム(Mg)	20以上	1.7以上	0.02%以上	10以下	0.8以下	0.01%以下
カリウム(K)	20以上	0.5以上	0.02%以上	10以下	0.25以下	0.01%以下
ナトリウム(Na)	特殊作物以外はKと同等または以下			土壌の塩基吸収能の12~15%以上		

出典：土壌・肥料ハンドブック-1965年-(p156)

望ましい量：良好土壌として必要な量
 望ましくない量：良好土壌として少なすぎる量
 乾土：乾燥土壌

注) 乾土：乾燥土壌
 目方(mg)は100g当たり

(2) 塩化物類の散布と植物への影響

凍結防止剤に用いられる薬剤の散布と植物への影響については、室内実験や圃場実験によって、主に沿道に植栽される植物を対象として影響レベルが検討されている。

文献から抽出した影響レベルを表4-1-6に整理した。

散布剤毎に濃度（量）の単位が統一されていないが、塩化ナトリウムの場合では、植物への付着濃度が 5,000 ppm 程度、枝葉への散布量で 5 g/m² 程度で枯死率が 100 %（モンタナマツ）とされている。

塩化カルシウムでは、植物への付着濃度が 10,000 ppm 程度、枝葉への散布量で 5 g/m² 程度で枯死率が 40 %（モンタナマツ）、25 g/m² 程度で枯死率が 100 %（イチイ）、とされている。

表4-1-6 凍結防止剤の散布量と植物への影響

物質	対象植物等	調査・実験方法等	対象場所・部位	望ましい影響レベル	影響レベルを満足しない時に予想される現象	出典
ナトリウム	ヨーロッパトウヒ	道央自動車道	土壤中濃度	22.33~22.94(mg/100g土壤)	光合成能力が全般的に低下し、早朝の水ポテンシャル、および日中の蒸散量の低下	2002-02、香山ら(1)
	アカエゾマツ		土壤中濃度	44.30~54.32(mg/100g土壤)		
塩化ナトリウム	落葉性多年生草本、落葉性広葉樹、木本性ツル植物、常緑針葉樹	植栽実験	葉などの植物体への散布	5,000ppm以下	付着水溶液は細胞から道管へ移動し主に植物の先端側の細胞へ拡散していくと考えられた	2001-11、春木(2)
	イチイ	圃場内実験 室内実験	枝葉散布	5g/m ²	枯死率30%	1999-11、春木(3)
	モンタナマツ			5g/m ²	枯死率100%	
	シロツメクサ			5g/m ²	枯死率15%	
	オノエヤナギ		土壤散布	25g/m ² 以下	実験開始後3 - 5日で根からの吸収により全体が枯死した	
	シマミミズ		土壤と餌	69%	散布から6週間後の生存率	
塩化カルシウム	落葉性多年生草本、落葉性広葉樹、木本性ツル植物、常緑針葉樹	植栽実験	葉などの植物体への散布	10,000ppm以下	付着水溶液は細胞から道管へ移動し主に植物の先端側の細胞へ拡散していくと考えられた	2001-11、春木(2)
	イチイ	圃場内実験 室内実験	散布	25g/m ²	枯死率100%	1999-11、春木(3)
	モンタナマツ		散布	5g/m ²	枯死率40%	
	シロツメクサ		散布	25g/m ²	枯死率15%	
	オノエヤナギ		土壤散布	25g/m ² 以下	実験開始後3 - 5日で根からの吸収により全体が枯死した	
	シマミミズ		土壤と餌	95%	散布から6週間後の生存率	
	マサキ	鉢植実験	根元に散水	10%	48日後に100%褐色に枯れる	1979、井上ら(4)
	ウバメガシ		根元に散水	5%	48日後に50~100%褐色に枯れる	
	カイズカイブキ		根元に散水	—	10%でも、48日後において正常	
塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、塩化カルシウム	小松菜	室内実験	土壤	土壤での残留塩濃度が約0.5%	小松菜に害があらわれる	1974、足立(5)

(ppm=mg/kg)

- (1) 高速道路に植栽されたトウヒ属樹木の被害状況 2002-02 (北大)
- (2) 道路凍結防止剤散布による植物枝葉の枯れ方 2001-11 (北大)
- (3) 道路凍結防止剤の植物、土壤動物などへの影響 1999-11 (北大)
- (4) 凍結防止剤の植物に及ぼす影響 1978-09
- (5) 凍結防止剤に対する植物への耐塩性について

(3) 潮等による植物への影響

潮等による植物への影響については、農業試験場等で台風等による海水飛散の塩害（潮害）を契機として被害状況や影響レベルについて調査・実験がされている。

潮風や台風時に発生する植物への影響を表4-1-7に整理した。

潮風による影響では、塩化ナトリウムで葉への付着量が0.3 mg/穂で発育障害の影響が出るとされている。塩水の濃度については数値レベルが明確になっていないが、柑橘類で0.4~0.5 g/葉 m²で落葉、3 g/葉 m²で80 %が落葉するとされている。

表4-1-7 潮等による植物への影響

物質	対象植物等	調査・実験方法等	対象場所・部位	望ましい影響レベル	影響レベルを満足しない時に予想される現象	出典
塩化ナトリウム	水稻	人工風洞実験	稲体の塩付着量	濃度増加に伴い減少	収穫量の減少を指数関数で表現	2001-10、丸山(1)
	水稻	現地調査	穂	0.5(mg/穂)以下	収穫量に影響が見られるようになる。	1993-12、山本ら(佐賀農試)(2)
	水稻		穂	0.3(mg/穂)	潮風害発生限界濃度	
塩水	マテバシイ	室内実験	葉面	塩素が葉内に殆んど浸入せず、従って被害の現れない	葉面に現れる可視被害	1986-10、沖中ら(3)
	トウネズミモチ、イチヨウ、ケヤキ、ヤシヤブシ		葉面	低濃度の付着に対しても、急速に浸入して早く被害の現れる	葉面に現れる可視被害	
	ヤマモモ		葉面	高濃度の付着に対しては、かなり早く浸入して被害が現れ、低濃度の付着では少量の塩素が徐々に浸入するが、殆んど被害の現れない	葉面に現れる可視被害	
	柑橘類	実験	葉面	0.4 ~ 0.5g/m ² 葉 3g/m ² 葉	落葉 80%が落葉(付着後6時間以内に水洗いすれば被害を軽減可)	1996 佐賀県果試報(4)
電気伝導度	水稻	ホト実験	水田土壌	0.5ms/cm以下	被害が殆ど認められない状況	1998-07、長谷川(5)
塩素量	イチヨウ	現地調査	葉内	0.5%(対乾物%)以下	葉の黄変枯死	1976、中原ら(6)
被害状況	スギ植林地	現地調査(台風19号)	樹冠	沿岸から1km以上	被害林分の45%の分布	1994、中田(7)

(1) 潮風による水稻の減収推定尺度 九州農業試験場 2001-10

(2) 佐賀県における1991年大型台風の気象特性と水稻被害に実態及び解析 1993-12

(3) 緑化樹の耐塩性に関する研究—葉内浸入塩素量を指標として— 1986-10

(4) 1991年に発生したカンキツに対する潮風害の実態 1996-03

(5) 水稻に対する塩害と対策技術 1998-07

(6) 台風6号による南関東地方の塩害調査 1976

(7) スギ塩風害の発生と地勢条件との関係

—1991年19号台風により佐渡島で発生した塩風害— 1994

(4) まとめ

凍結防止剤の成分が植物へ影響を及ぼす恐れのあるレベルを文献調査から「評価レベル」として抽出し、また各種の影響レベルが報告されているなかで、最も厳しいレベルを選定するものとした。

選出した項目と評価レベルを表4-1-8に示した。

凍結防止剤の成分のうち、カルシウム、マグネシウム、ナトリウムについては被害を及ぼす上限は明確に設定されていない状況であった。

表4-1-8 評価レベル

—被害を及ぼすレベル—

項目	望ましい影響レベル	影響レベルを満足しない時に 予想される現象
Cl ⁻	400 mg/kg 以下	耐塩性の弱いキュウリの生育不良
(Na ⁺ /CEC)	12~15 %以下	土壌の硬化、透水性の悪化

—農用地での最小必要レベル—

項目	最小必要レベル	備 考
カルシウム(Ca)	5 me/100g 以上	窒素(N)、リン(P)等と同様に、植物の生育に必要な成分のため、最低必要レベルを下回らないことが望ましいレベルとされている。
マグネシウム(Mg)	0.8 me/100g 以上	
ナトリウム(Na)	0.25 me/100g 以上	

<参考>

Cl⁻ : 400 mg/kg ⇒NaCl : 約 659 mg/kg に相当

Ca : 5 me/100g ⇒Ca²⁺ : 1002 mg/kg に相当

Mg²⁺ : 0.8 me/100g ⇒Mg²⁺ : 97.2 mg/kg に相当

Na⁺ : 0.25 me/100g⇒Na⁺ : 57.4 mg/kg に相当

*分母は乾燥土壌量を示す。