

輸入塩の品質判定に係るサンプリング手法
に関する調査研究

報 告 書

平成 26 年 3 月 31 日

一般社団法人 日本海事検定協会

(検査第一サービスセンター)

目 次

1. はじめに	2
2. 調査研究目的	2
3. 調査研究対象	2
4. 調査の方法	2
5. 調査の結果	3
6. 赤外線水分計による連続水分測定	5
7. おわりに	10

1. はじめに

現在一般に用いられている輸入塩の品質判定に係るサンプリングの手法は、品種及び産地の分散化・多様化に伴い、必ずしも実態にそぐわなくなっている面があるとの指摘がある。サンプリングは、全量検査を行わずに母集団に関する正確な情報を効率的に把握する場合に用いられ、分析値の誤差は、発生原因別にサンプリング誤差(サンプル数・サンプル量及びサンプリング方法に起因する誤差)、サンプル調製誤差(粉砕、前処理等に起因する誤差)及び分析誤差(粉砕、前処理等の後の分析に起因する誤差)の3つがあり、最適サンプル数はその精度と対象母集団の均一性の度合いで決まり、また、採取方法、粉砕、前処理等の試料調製及び分析方法が適切であることが必要である。したがって、対象母集団の均一性の度合い(品位のばらつき)の把握は、適切なサンプリング実施に極めて重要となる。

2. 調査研究目的

輸入塩の品位を廉価、迅速かつ正確に判定するために用いるサンプリング手法について、輸入商社、需要家等の協力を得て実証実験を行なうとともに、その結果に基づいて、より合理的な代替サンプリング手法について検討し、その研究成果を関係者に公表することを目的としている。

3. 調査研究対象

表1記載の積出港別に調査を行い、その品位のばらつきを測定(統計)した。

表1. 輸入塩産地国と積出港

産地国	積出港
MEXICO (メキシコ)	Cedros
INDIA (インド)	Kandla
	Navlakhi
	Jakhau
AUSTRALIA (オーストラリア)	Shark Bay
	Port Hedland
	Dampier
	Cape Cuvier
	Onslow

4. 調査の方法

各産地輸入塩のサンプリング(財団法人塩事業センター「塩試験方法」:付録Ⅱ「輸入塩のサンプリング方法」に準じ)を行い、インクリメントごとの水分試験(140℃乾燥法)を実施し、品位のばらつき統計を行った。

5. 調査の結果（平成 25 年度）

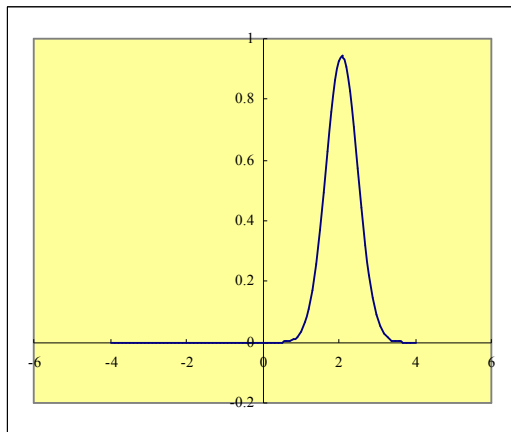
5 ロット（338 検体）及びメキシコ産については Regular、Fine の各 1 ロットについて赤外線水分測定装置による調査（6 項参照）を行い、以下の結果（表 3.及び図 2.）を得た。詳細については、付表に示す。

表 3. 調査結果：品位のばらつき（標準偏差） Standard Deviation: 品位のばらつきを標準偏差であらわしたものの

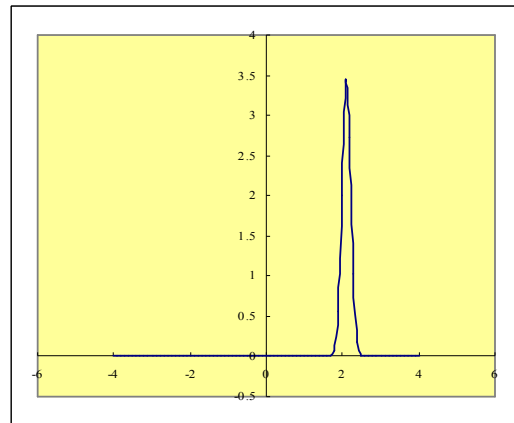
Lot No.	Loading Port		Average	Standard Deviation
340985	Onslow	Australia	2.08	0.422352387
341092	Port Hedland	Australia	2.12	0.114924725
341083	Kandla	India	3.13	0.201820878
341172	Cape Cuvier	Australia	2.18	0.080212219
341171	Cape Cuvier	Australia	2.03	0.133136115
SA6913-Regular	Cedros	Mexico	2.08	0.091038144
SA7013-Fine	Cedros	Mexico	2.09	0.142118643

図 2. 調査結果：品位のばらつき（ロット別：正規分布仮定）

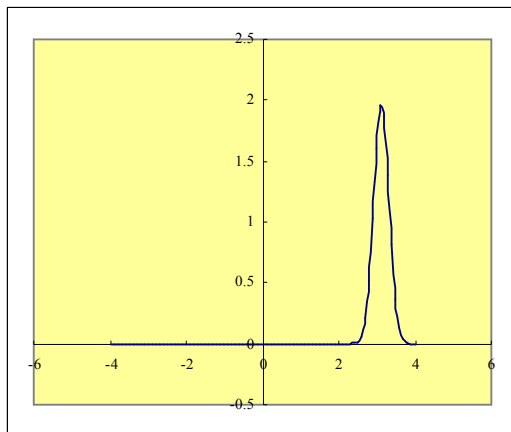
340985 (Onslow SD=0.42)



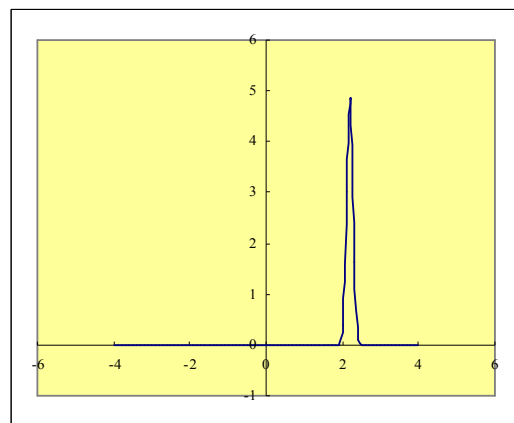
341092 (Port Hedland SD=0.11)



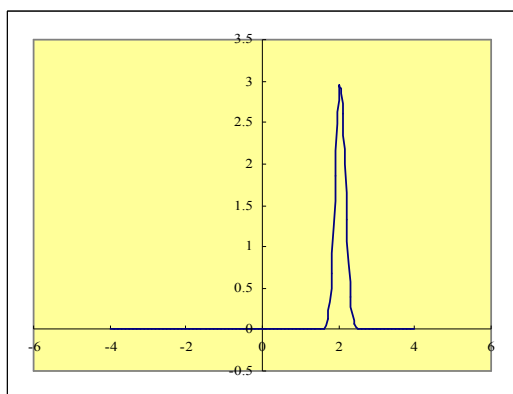
341083 (Kandla SD=0.20)



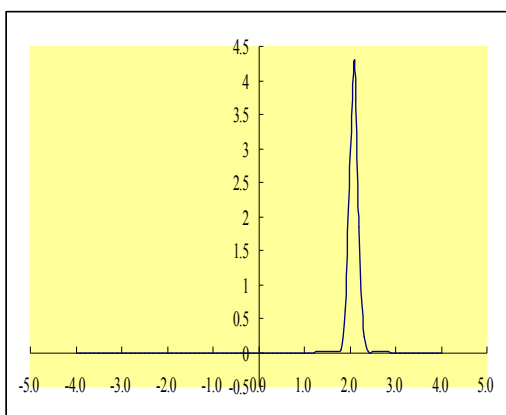
341172 (Cape Cuvier SD=0.08)



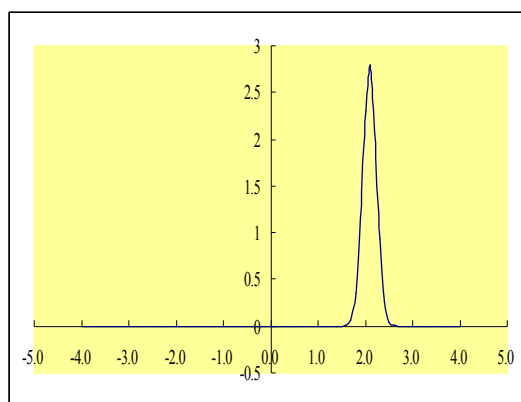
341171 (Cape Cuvier SD=0.13)



SA6913-Regular (Cedros-Regular SD=0.09)



SA7013-Fine (Cedros-Fine SD=0.14)



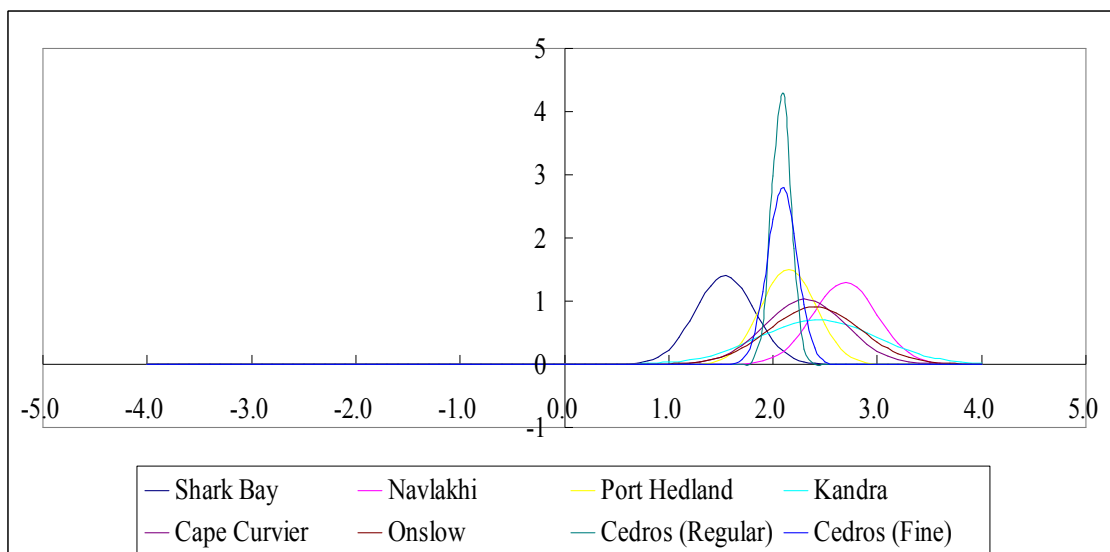
また、平成 23～25 年度結果による積出港（7 港 8 種）別の結果は、表 4.及び図 3 の通りである。

表 4. 調査結果：品位のばらつき（標準偏差）

Loading Port		Average	Standard Deviation
Shark Bay	Australia	1.87	0.81
Port Hedland	Australia	2.16	0.29
Cape Curvier	Australia	2.57	0.40
Onslow	Australia	2.58	0.33
Navlakhi	India	2.69	0.31
Kandra	India	2.28	0.51
Cedros – Regular	Mexico	2.08	0.09
Cedros – Fine	Mexico	2.09	0.14

Standard Deviation: 品位のばらつきを標準偏差であらわしたもの

図 3. 調査結果：品位のばらつき（積出港別：正規分布仮定）



6. 赤外線水分計による連続水分測定

輸入塩水分の簡易測定法として、赤外線水分計をメキシコ塩中継基地である三ツ子島埠頭ベルトコンベアに設置し、検証を行った。

[設置機器明細]

機器名： 近赤外オンライン水分計
 （付属：レーザー変位計）
 型式： JE-700-7
 製造者： 株式会社ケット科学研究所

[設置場所]

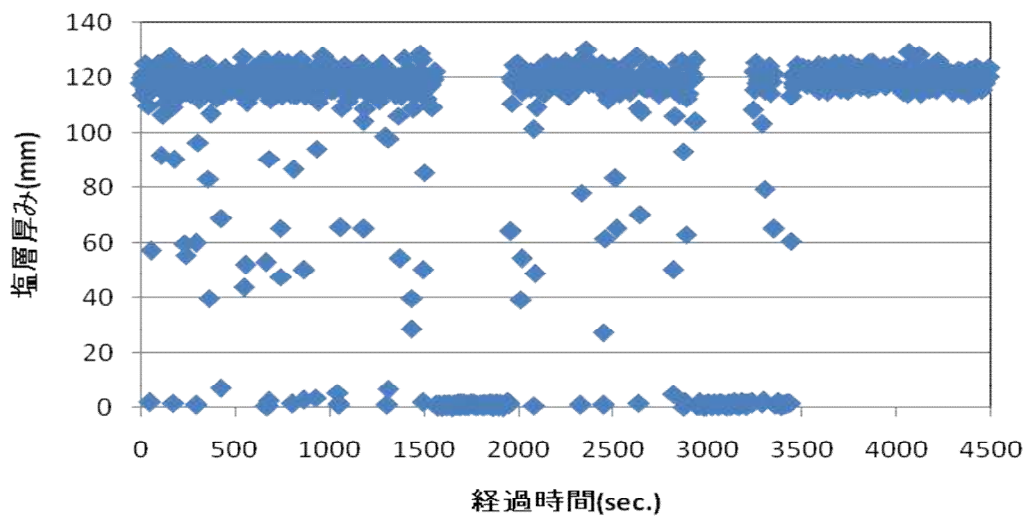
三ツ子島埠頭株式会社（広島県呉市音戸町渡子 2 丁目 24 番 1 号）
 受入ベルトコンベアライン



平成 24 年 7 月 5 日、外航船からのメキシコ塩受入時に、赤外線水分計による連続水分測定実験を行い、以下の結果を得た。

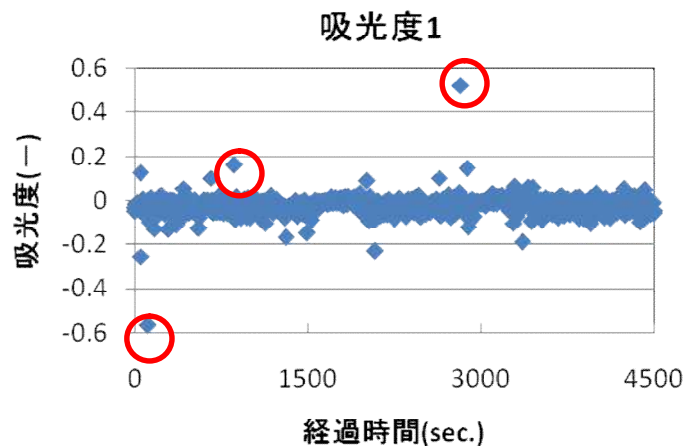
6-1. レーザー変位計によるベルトコンベア上の塩層の厚み計測

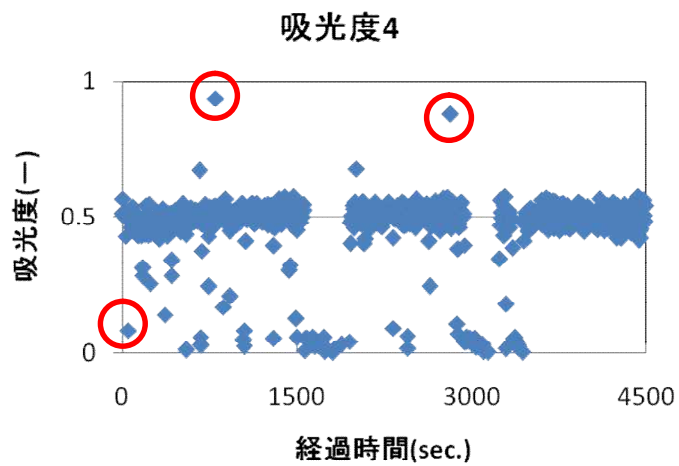
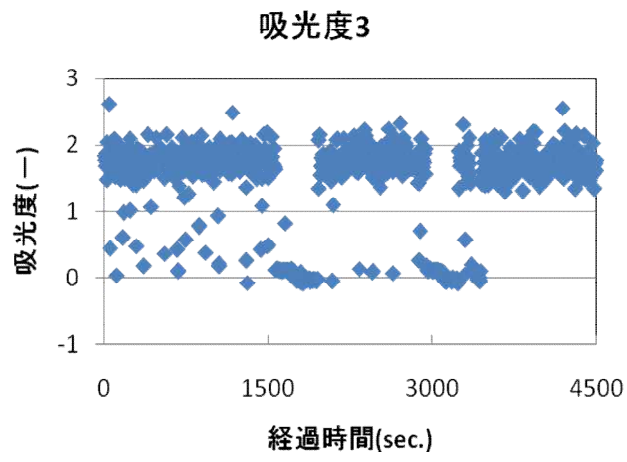
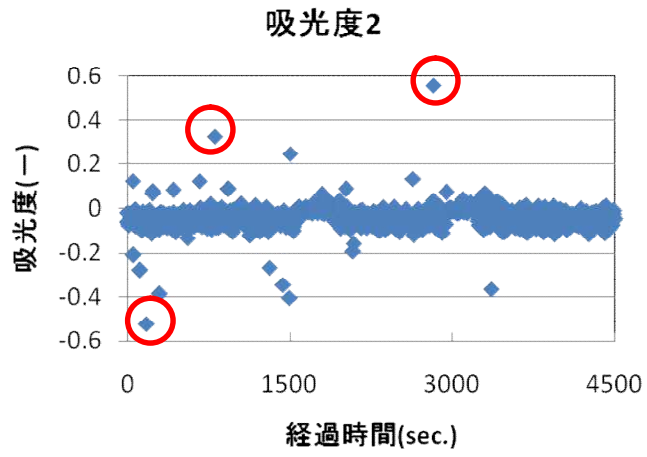
外航船からの受入開始 3 時間後より 5 秒刻みにデータを取得した所、ベルトコンベア上の塩層の厚みは、121mm±10mm 程度の幅で変動しており、外航船のハッチシフト（船舶貨物艙からの陸揚げには、船舶の過度な傾斜防止を目的に、陸上クレーンを移動或いは船舶の前後移動により、対象貨物艙を移動する。そのため、陸揚げ（受入）がシフトにより中断し、ベルトコンベア上を移動する塩が一時的に無くなる）以外にも 5～30 秒間程度の時間内で、急激な変位が認められた（0～1,500 秒の間に 20 回程度）。

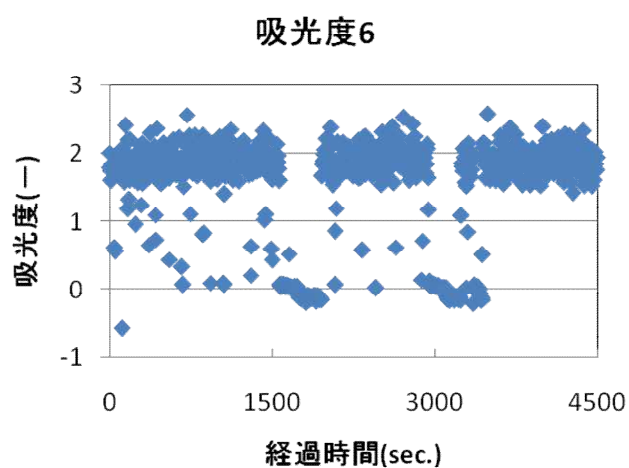
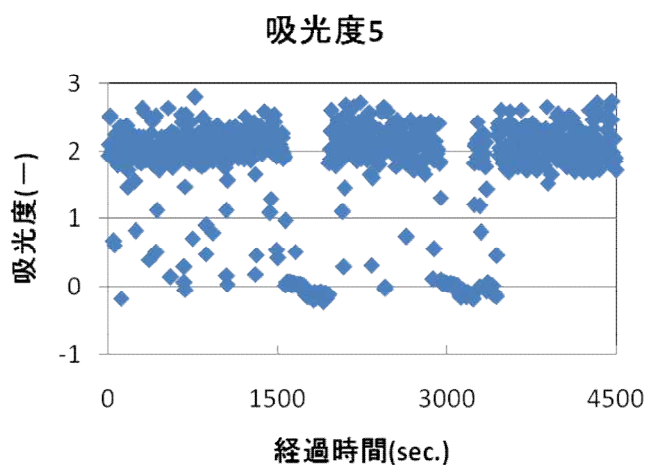


6-2. 赤外線吸光度による計測

外航船からの受入開始 3 時間後より 5 秒刻みに 6 種の吸光度により計測を実施したところ、何れの吸光度も比較的安定しているが、変位計の出力変化（塩層高さ）による影響を受けており、下記図の内、全体的な傾向から大きく逸脱したデータ（○）は、変位計の出力が著しく変化したタイミングにおいて発生していることがわかった。

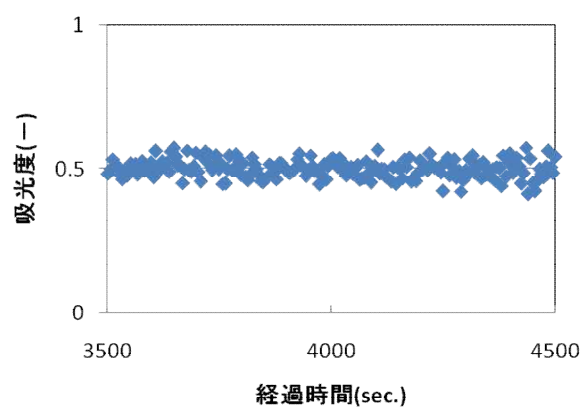




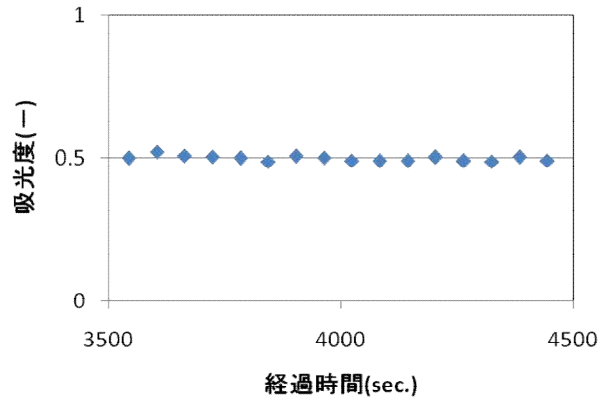


6-3. 赤外線吸光度データの解析

レーザー変位計の値が安定している 3500~4500 秒のデータを使用し、5 秒ごとに取得している吸光度を平均化することで、安定した値を取得できると考えられ、当面は 5 秒ごとにデータを取得し、適宜平均化処理を実施することとした。

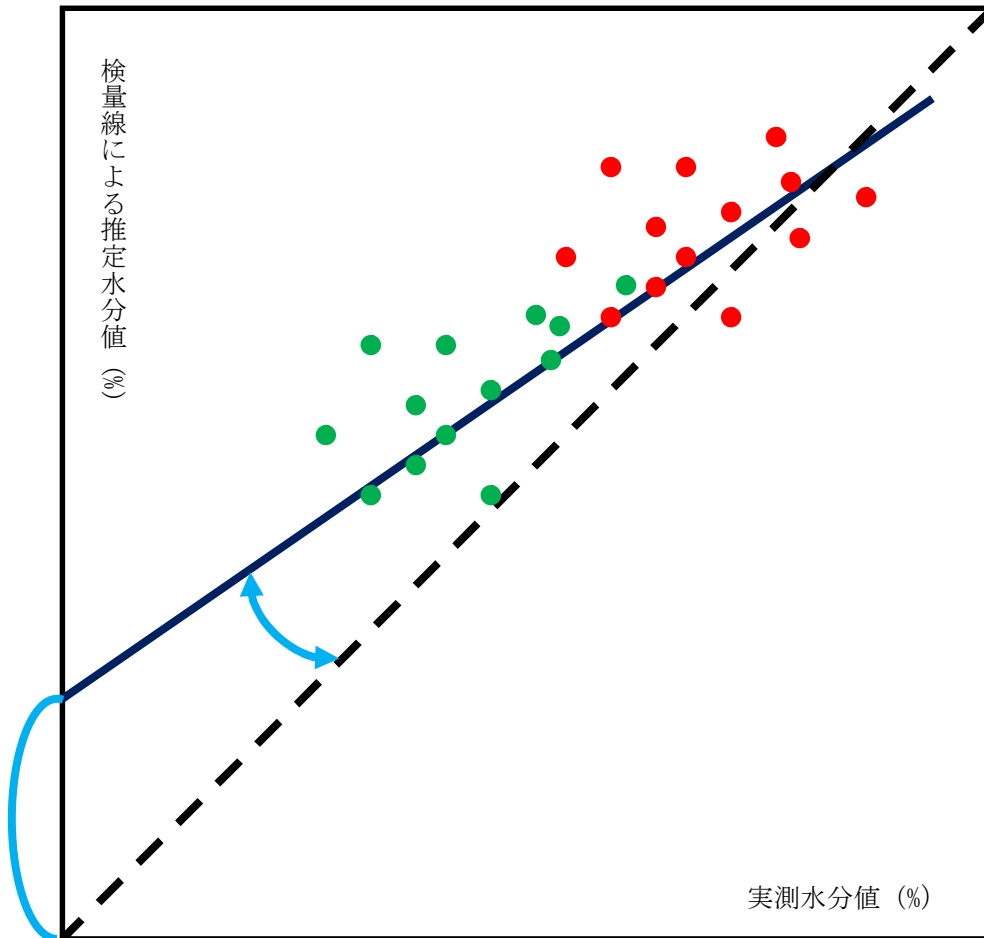


<5 秒ごとにデータを取得>



<1分ごとの平均値>

赤外線吸光度計測に並行して、外航船から陸揚げされるメキシコ塩（2種：レギュラー及びファイン）のサンプリングを実施し、代表試料及び模擬試料（水分調整した試料）により改めて吸光度計測と水分測定（実測）を行い、その取得吸光度データ、実測水分データ、及び模擬試料（水分調整した試料）から作成した検量線を用いて、実験取得吸光度データから水分値を推定した。



検量線補正のイメージ

<吸光度 1~6 の重回帰分析により作成した検量線による結果>

平均化なし	1000 秒間の平均値
-63.7~56%	2.4%

<各吸光度ごとに回帰分析して作成した検量線による結果>

	平均化なし	1000 秒間の平均値
吸光度 1	-6~11%	2.3%
吸光度 2	-1.5~6%	2.2%
吸光度 3	0.9~4.2%	2.1%
吸光度 4	1.5~2.9%	2.1%
吸光度 5	0.8~3.6%	2.1%
吸光度 6	0.9~3.3%	2.1%

上記から、今後、検量線の精度検証、場合によっては補正が必要だが、赤外線吸光度を利用した水分連続測定は可能と考えられた。

7. おわりに

未だデータ数は不足しているが、産地国(積出港)によって品位のばらつきに差は認められた。今後も継続して実験を行い、各積出港の統計結果により合理的な代替サンプリング手法について検討を行う。